



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN DE 5 KILÓMETROS DE
CARRETERA, TRAMO EMPALME EL GIGANTE – EL MURCIÉLAGO EN EL
MUNICIPIO DE TOLA, DEPARTAMENTO DE RIVAS.**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Alex Geovanny Castro Barrios
Br. Josué Uriel Pérez Calderón
Br. Daniel Salvador Rodríguez Pérez

Tutor

MSc. Ing. Yader Molina Lagos

Managua, diciembre 2019

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo principalmente Dios, porque él nos ha dado la dicha, de pertenecer a este mundo y es quien nos ilumina cada día y nos regala sabiduría para alcanzar nuestras metas y logros.

A nuestros padres, ya que ellos han sido siempre el mayor apoyo en nuestros estudios y logros, porque día a día nos siguen demostrando su amor incondicional, la alegría y la fortaleza necesaria para seguir adelante. No hay manera exacta de pagar lo inmenso que han hecho por nosotros, cada muestra de amor y sacrificio no fueron ni serán en vano.

A nuestros hermanos, que nos han enseñado que la unión, la dedicación y el amor son necesarios para alcanzar nuestras metas. Con los que compartimos todo lo que aprendemos y de los que seguimos aprendiendo.

Especialmente agradecemos a nuestro tutor de monografía MSc. Ing. Yader Molina Lagos, por brindarnos su apoyo incondicional en la elaboración de este trabajo de no ser por sus consejos, guía y paciencia no hubiera sido posible la culminación de nuestro estudio.

También dedicamos este trabajo a las personas que han incidido en nuestras vidas, amigos, compañeros de estudio, docentes y demás personas que de una u otra manera han estado con nosotros en los buenos y malos momentos.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por cada detalle y momento durante la realización de este proyecto, gracias a él por ser la base de nuestra moral, por cada día en el que nos permitió despertar no solo con vida, sino que también con salud, fuerzas y empeño; para que, con cada avance durante nuestra vida, cada experiencia y momento, fuera solo un momento de aprendizaje, un momento mediante el cual crecimos como persona y que fue necesario para la culminación de este proyecto.

Gracias a nuestros padres por ser los principales promotores de los sueños y metas que nos hemos propuesto, gracias a ellos por cada día confiar y creernos, manteniendo su amor incondicional aun en los momentos tan difícil que cada uno ha pasado, para llegar hasta este punto tan importante de nuestras vidas.

También agradecemos a nuestro tutor MSc. Ing. Yader Molina Lagos, quien estuvo a nuestro lado durante el transcurso de la elaboración de nuestra investigación, aconsejándonos, apoyándonos y supervisando hasta la finalización de nuestra monografía.

No habría sido posible sin el apoyo moral de nuestros amigos, hermanos y compañeros de clase que han compartido tiempo y apoyo fraternal con nosotros, durante estos cinco años de lucha para lograr el éxito que un día soñamos pero que hoy nuestros ojos vieron posible.

INDICE DE CONTENIDO

1. CAPITULO 1 GENERALIDADES	1
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo General	4
1.4.2. Objetivos Específicos	4
1.5. Marco teórico	5
1.5.1. Estudio de mercado	6
1.5.2. Estudio técnico	7
1.5.3. Análisis financiero	8
1.5.4. Otros conceptos	11
1.6. Diseño metodológico	17
1.6.1. Diseño de investigación	17
1.6.2. Tipo de investigación.	17
1.6.3. Análisis de fuentes de información.	18
1.6.4. Metodología para el estudio de demanda.	18
1.6.5. Determinación de muestra	19
1.6.6. La encuesta	20
1.6.7. Proyección de datos	20
1.6.8. Evaluación técnica.	21
1.6.9. Determinación de la proyección del tránsito	21
1.6.10. Evaluación financiera.	22
1.6.11. Evaluación socioeconómica.	24
2. CAPITULO 2: ESTUDIO DE MERCADO SOCIAL	26

2.1.	Caracterización del mercado donde se desarrollará el proyecto	26
2.2.	Descripción del servicio	26
2.2.1.	Periodo de diseño	26
2.2.2.	Diseño geométrico	27
2.2.3.	Velocidad de diseño	27
2.2.4.	Tránsito de diseño	27
2.3.	Análisis de la demanda	27
2.3.1.	Población demandante	27
2.3.2.	Beneficiarios del proyecto	28
2.3.3.	Encuesta a la población	29
2.3.4.	Afectaciones por enfermedades	32
2.3.5.	Proyección de la población	33
2.3.6.	Usuarios del proyecto.	33
2.3.7.	Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)	34
2.3.8.	Encuesta Origen y Destino	38
2.3.9.	Proyección de la demanda	46
3.	CAPITULO 3: ESTUDIO TÉCNICO	48
3.1.	Localización del proyecto	48
3.1.1.	Macro localización	48
3.1.2.	Micro localización	50
3.2.	Tamaño del proyecto	56
3.2.1.	Descripción de las características del tramo.	56
3.3.	Ingeniería del proyecto	57
3.3.1.	Levantamiento topográfico	57
3.3.2.	Estudio Geotécnico	59
3.3.3.	Análisis hidrológico	61
3.3.4.	Diseño geométrico	63
3.4.	Descripción de las actividades de construcción	66
3.5.	Organización del proyecto	69

3.5.1.	Trabajo por administración _____	69
3.5.2.	Institución dueña del proyecto _____	70
3.5.3.	Institución ejecutora _____	70
4.	CAPITULO 4: EVALUACIÓN SOCIOECONOMICA.....	72
4.1.	Inversión del proyecto _____	72
4.1.1.	Presupuesto _____	72
4.1.2.	Inversión diferida _____	80
4.1.3.	Inversión total _____	80
4.2.	Costo de operación _____	81
4.3.	Beneficios del proyecto _____	82
4.3.1.	Ahorro por disminución de enfermedades _____	82
4.3.2.	Aumento del valor de las viviendas _____	83
4.3.3.	Ahorro por gasto en deterioro del parque vehicular _____	84
4.3.4.	Beneficios totales _____	85
4.4.	Corrección por factor de mano de obra _____	86
4.5.	Flujo neto de efectivo sin financiamiento _____	87
4.6.	Evaluación económica del proyecto _____	87
4.6.1.	Valor actual neto económico (VANE) _____	88
4.6.2.	Tasa interna de retorno económica (TIRE) _____	89
4.6.3.	Relación beneficio/costo (R B/C) _____	91
5.	CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	92
5.1.	Conclusiones _____	92
5.2.	Recomendaciones _____	93
	BIBLIOGRAFIA.....	94

Índice de gráficos

Gráfico 1 Inconvenientes que produce el mal estado de la vía	31
Gráfico 2 ¿El mal estado del camino ocasiona enfermedades?	32
Gráfico 3 Enfermedades producidas por el mal estado de la carretera	32
Gráfico 4 Composición vehicular.....	34
Gráfico 5 Crecimiento vehicular del 2020 al 2039	47
Gráfico 6 Organización para el proyecto ejecutado por la Alcaldía	71

Índice de tablas

Tabla 1 Comunidades beneficiadas directamente.....	28
Tabla 2 Cantidad de personas encuestadas	30
Tabla 3 Edades de población.....	30
Tabla 4 Opinión sobre el estado actual del tramo	31
Tabla 5 Población proyectada (2020 a 2039).....	33
Tabla 6 Conteo volumétrico vehicular	35
Tabla 7 Factores de expansión	36
Tabla 8 Cálculo de Tráfico Promedio de 12 horas a 24 horas	37
Tabla 9 Cálculo de Tráfico Semanal	37
Tabla 10 Cálculo de Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)	37
Tabla 11 Días y cantidad de encuesta Origen / Destino.....	38
Tabla 12 Zonificación.....	39
Tabla 13 Origen y Destino	40
Tabla 14 Origen y Destino (Continuación)	41
Tabla 15 Viajes por Origen	43
Tabla 16 Motivos de viaje por Destino	44
Tabla 17 Motivos de viaje por fecha.....	45
Tabla 18 Tipos de vehículos encuestados	46
Tabla 19 Crecimiento vehicular anual	47

Tabla 20 Tipos de ensayos de laboratorio	59
Tabla 21 Característica de los suelos predominantes	60
Tabla 22 Características de la sección típica del tramo	65
Tabla 23 Equipos	66
Tabla 24 Abra y destronque	66
Tabla 25 Costos directos	73
Tabla 26 Costos indirectos.....	74
Tabla 27 Costos totales	79
Tabla 29 Costos de mantenimiento con proyecto	79
Tabla 30 Inversión diferida.....	80
Tabla 31 Inversión total.....	80
Tabla 32 Resumen de los costos de mantenimiento	81
Tabla 33 Calculo del ahorro por gasto de enfermedades	82
Tabla 34 Proyección de los beneficios por ahorro de enfermedades	83
Tabla 35 Plusvalía de viviendas.....	84
Tabla 36 Ahorro en depreciación anual de vehículos.....	85
Tabla 37 Flujo de beneficios	86
Tabla 38 Flujo neto de efectivo sin financiamiento	87
Tabla 39 Criterios de decisión del VANE	89
Tabla 40 Valor actual neto económico	89
Tabla 41 Criterios de decisión de la TIRE	90
Tabla 42 Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE).....	90
Tabla 43 Criterio de decisión de la R B/C	91
Tabla 44 Relación beneficio costo económico	91

Índice de mapas

Mapa 1 Macro Localización	49
Mapa 2 Micro localización.....	51
Mapa 3 Ubicación del proyecto en hojas topográficas	52

Mapa 4 Relieve de la zona del proyecto	54
Mapa 5 Ubicación de GPS.....	57
Mapa 6 Cuenca El Murciélago	62

Índice de fotografías

Fotografía 1 Inicio del tramo de 5 km empalme El Gigante – El Murciélago.....	53
Fotografía 2 Fin del tramo de 5 km empalme El Gigante – El Murciélago	55

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Proyección de datos	20
Ilustración 2 Perfil de elevación de terreno natural.....	58
Ilustración 3 Caudal de diseño	62
Ilustración 4 Sección típica	63
Ilustración 5 Planta perfil.....	64
Ilustración 6 Planta perfil.....	64
Ilustración 7 Tramo de carretera	84

Índice de ecuaciones

Ecuación 1 Estimación de muestra	19
Ecuación 2 Línea recta	20
Ecuación 3 Mínimos cuadrados	21
Ecuación 4 Tránsito Promedio Diario Anual	22
Ecuación 5 Valor Actual Neto Económico	23
Ecuación 6 Valor Actual Neto Económico	25
Ecuación 7 Tasa Interna de Retorno Económica	25
Ecuación 8 Relación Beneficio-Costo	25
Ecuación 9 Estimación de muestra	29
Ecuación 10 Crecimiento Vehicular	46
Ecuación 11 Caudal de diseño	61

Ecuación 12 Coeficiente de escorrentía.....	61
Ecuación 13 Valor Actual Neto (VANE).....	88
Ecuación 14 Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE)	90
Ecuación 15 Relación Beneficios/Costo.....	91

CAPITULO 1 GENERALIDADES

1.1. Introducción

La construcción de nuevas vías de carreteras, tanto urbanas como rurales ha sido imprescindible para el progreso de la sociedad humana a lo largo de la historia. En la actualidad, las vías urbanas y rurales son un factor relevante en el desarrollo socioeconómico de cualquier país.

En Nicaragua, el turismo ha sido una de las industrias de más demanda, especialmente en la región del pacífico. La favorable posición geográfica de Rivas facilita el fortalecimiento de los principales rubros económicos, tales como el turismo, la agricultura y la ganadería, siendo de suma importancia la habilitación de nuevas vías de carreteras.

En el municipio de Tola perteneciente al departamento de Rivas, se encuentran dos de las comunidades con mayor atractivo turístico, que son El Gigante y el Murciélagos, en su extensión posee las pequeñas playas del Astillero, Brito, Guasacate y Gigante, en donde se pueden encontrar hoteles de lujo y varios hospedajes comunitarios, pero existen muchos inconvenientes para lograr el acceso a estas, ya que el camino es de estación seca y cuando se encuentra en tiempos lluviosos este queda en su totalidad destruido por la socavación del agua, impidiendo también el desarrollo de las diferentes actividades de comercio de los pobladores.

Tomando de referencia esta caracterización de las vías, se propuso en este estudio analizar la prefactibilidad de la construcción de 5 kilómetros de carretera en el municipio de Tola, departamento de Rivas, tramo Empalme El Gigante-El Murciélagos, para medir el impacto socioeconómico que puede tener un proyecto de este tipo en la comunidad.

1.2. Antecedentes

El municipio de Tola fue fundado en 1750, este se encuentra ubicado a 14.6 kilómetros al oeste de la ciudad de Rivas. Se compone de 63 comunidades y 6 barrios, con una población total de 22,012 habitantes y una densidad poblacional de 42 habitantes/km². Es un municipio predominantemente rural, llegando hasta un 87% de personas que habitan esta área y solo un 13% urbano.

Al tramo de El Empalme El Gigante - El Murciélagos se conectan las comunidades de San Antonio, Guastomate, El tambo, El Ojochal y Santa Juana, siendo esta vía un camino de estación seca de macadán, revestida a principios del año 2012. En los 5 kilómetros de recorrido solamente se encuentran 61 viviendas en el borde inmediato de la vía.

Durante el período lluvioso esta vía se ve severamente afectada debido a las condiciones infraestructurales del tramo, ya que no contaba con un drenaje adecuado de sus aguas y el rodamiento actual no soportaba el tránsito vehicular, ocasionando continuamente deterioro hasta impedir en algunas ocasiones el acceso a las comunidades aledañas. El drenaje se realiza de manera superficial a través de los 5 kilómetros de camino, que conducen las aguas hacia las partes más bajas, drenando posteriormente en cauces naturales. En el año 2012 se realizaron mejoras en puntos destruidos en su totalidad debido a la socavación, llevado a cabo por la alcaldía municipal de Tola. Dentro de las comunidades que mayor sufren de incomunicación está El Ojochal y Guastomate, esto es producido por el paso de las aguas pluviales del río Ojochal, que está ubicada a 3.3 kilómetros de la comunidad de El Tambo.

1.3. Justificación

Evaluar la prefactibilidad de la construcción del tramo de carretera Empalme El Gigante – El Murciélagu, es de gran importancia ya que permite identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios que se generen del mismo, en un determinado período de tiempo.

Realizar un informe correctamente evaluado, es fundamental porque demuestra la viabilidad del proyecto y permite que cualquier institución que desee invertir, tenga la información necesaria para la correcta toma de decisiones; también determina de manera cuantitativa los montos necesarios de inversión que solicitan los alcances de este proyecto.

La construcción de este tramo de carretera traerá beneficios directos para el desarrollo de la economía y mejoría de las condiciones de vida de los pobladores, generando empleos de mano de obra para la ejecución de dicho proyecto; además vendría a aumentar la plusvalía de las propiedades colindantes.

Facilitar y aumentar el traslado de la producción agrícola y ganadera es también parte de los beneficios, debido a que reducirá el tiempo de llegada y disminuirán los costos de mantenimiento y operación de los vehículos. Además, impulsará el desarrollo de la industria turística y pesquera, siendo estas últimas unas de las principales fuentes de ingresos de la zona.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Formular y evaluar la construcción de 5 kilómetros de carretera, tramo Empalme El Gigante – El Murciélago en el municipio de Tola departamento de Rivas, a nivel de prefactibilidad.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Realizar un estudio de mercado social de la zona.
- Determinar los aspectos técnicos de la construcción del tramo de carretera mediante un estudio técnico.
- Analizar la rentabilidad del proyecto mediante una evaluación socio-económica.

1.5. Marco teórico

Para el desarrollo de la presente investigación fue necesario el uso de los siguientes aspectos teóricos para un mejor entendimiento de este proyecto.

Un estudio de prefactibilidad se puede definir como el diseño preliminar de un proyecto, que conlleva la determinación de requerimientos tecnológicos y la selección de alternativas tecnológicas. En esta etapa se requiere información sobre las características, limitaciones, costos de capital, costos de operación y la evaluación (ex-ante) de las alternativas tecnológicas de construcción y operación, así como sobre las restricciones económicas, sociales, políticas, culturales, ambientales y legales. (Martínez, 2009, pág. 511)

En resumen, el estudio de prefactibilidad es un análisis en la etapa preliminar de un proyecto potencial, que se realizó para determinar si valdría la pena proceder a la etapa de estudio de factibilidad.

Una vez que se comprendió lo que es un estudio de prefactibilidad, se define lo que es un proyecto. Se entiende por proyecto a “la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendiente a resolver, entre tantos, una necesidad humana”. (Sapag Chain, 2008, pág. 1)

Por consiguiente, para comprender más a fondo acerca del estudio de prefactibilidad se necesitó atender a las siguientes etapas que contempla:

- Estudio de mercado
- Estudio técnico
- Estudio financiero

1.5.1. Estudio de mercado

Antes de salir al mercado con una determinada empresa o productos a lanzar es de suma importancia realizar un estudio de mercado para ahorrarnos tiempo y dinero y por ende muchos dolores de cabeza.

Un estudio de mercado se denomina a la primera parte de la investigación formal del estudio. Consta de la determinación y cuantificación de la demanda y la oferta, el análisis de los precios y el estudio de la comercialización. (Baca Urbina, Evaluación de Proyectos, 2010, pág. 5)

En resumen, estudiar el mercado no significó salir a preguntarles a los vecinos por medio de encuestas que negocio le gustaría que se instale en el barrio, sino consistió en una serie de informaciones que se van a recabar y que va a ser determinante para tomar una decisión.

Para una mejor comprensión del estudio de mercado, se enfocó en dos términos de vital importancia como lo son la demanda y la oferta.

Se entiende por demanda al llamado Consumo Nacional Aparente (CNA), que es la cantidad de determinado bien o servicio que el mercado requiere. La oferta se define como la cantidad de bienes y servicios que un cierto número de oferentes (productores) está dispuesta a poner a disposición del mercado a un precio determinado. (Baca Urbina, Evaluación de Proyectos, 2010)

Asimismo, el objetivo principal que se pretende alcanzar con el análisis de la demanda es determinar los factores que afectan el comportamiento del mercado y las posibilidades reales de que el servicio resultante del proyecto pueda participar efectivamente en ese mercado. (Sapag Chain, 2008)

Por ende, en un proyecto de carretera, la demanda fue la población centrada en el área de influencia que poseen necesidades, ya sea para trasladarse de un punto a otro de manera segura y confiable, para la comercialización de productos, turismo, entre otros.

La oferta, al igual que la demanda, está en función de una serie de factores, como son los precios en el mercado del producto, los apoyos gubernamentales a la producción, etc. La investigación de campo que se haga deberá tomar en cuenta todos estos factores junto con el entorno económico en que se desarrollará el proyecto. (Baca Urbina, Evaluación de Proyectos, 2010, pág. 41)

La estrategia de introducción al mercado se apoyó básicamente en una mezcla de estrategia de publicidad-precio. Se puede elaborar el mejor producto del mundo en muchos sentidos, pero si solo pocos consumidores lo conocen, la introducción al mercado será lenta. (Baca Urbina, Evaluación de Proyectos, 2010).

1.5.2. Estudio técnico

Una vez que se finalizó esta primera parte del estudio de prefactibilidad, se prosiguió con la elaboración de un estudio técnico, el cual trata de proponer y analizar las diferentes opciones tecnológicas para producir los bienes o servicios que se requieren, lo que además admitió verificar la factibilidad técnica de cada una de ellas. Este análisis identifica los equipos, la maquinaria, las materias primas y las instalaciones necesarias para el proyecto y, por tanto, los costos de inversión y de operación requeridos, así como el capital de trabajo que se necesita. (Posas, 2005)

La determinación de un tamaño óptimo consistió en emplear técnicas meramente iterativas, dada a su dificultad, no existe un método preciso y directo para hacer el cálculo. Por ende, en el proyecto de carretera debe determinarse el tamaño que permite alcanzar los objetivos del proyecto al costo mínimo o que maximice sus utilidades.

Para la definición del tamaño vial fue necesario tener como referencia la demanda de la población y los recursos con los que se podría contar para desarrollar el proyecto.

En la localización óptima del proyecto, fue necesario tomar en cuenta factores cuantitativos como cualitativos, llevando a análisis integrales para conducir a resultados más reales. Así mismo en este estudio está determinada por la problemática existente. La necesidad planteada por los habitantes de las comunidades de la zona de influencia entre Empalme El Gigante-El Murciélago durante muchos años.

La ingeniería de proyecto, se refiere, a la selección del proceso productivo, herramientas y equipos en dependencia del capital disponible y necesidades del proyecto.

Análisis organizativo, administrativo y legal son aspectos que debido a su delicada naturaleza debieron de ser tratados a fondo durante la etapa de proyecto definitivo. Selección adecuada del personal, elaboración de manual de procedimientos y un desglose de funciones, además del análisis de las distintas leyes que representen importancia al proyecto.

1.5.3. Análisis financiero

Ya una vez que se realizaron los demás análisis, se finalizó con el análisis financiero lo cual tiene por objetivo ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que proporcionan las etapas anteriores y elaborar los cuadros analíticos que sirvieron de base para la evaluación económica. Se comenzó con la determinación de los costos totales y de la inversión inicial a partir de los estudios de ingeniería, ya que estos costos dependen de la tecnología seleccionada. Por ende, se continuó con la determinación de la depreciación y amortización de toda la inversión inicial. (Baca Urbina, Evaluación de Proyectos, 2010, pág. 138)

La evaluación financiera tiende a hacer la parte fundamental de un estudio de prefactibilidad ya que pretende determinar cuál es el monto de los recursos financieros necesarios para la realización del proyecto, cuál será el costo total de la comercialización del servicio, así como otra serie de indicadores que sirva como base para la parte final y definitiva del proyecto. (Selva, 2016)

En caso de un proyecto de interés social la evaluación económica, fue referida como una evaluación socioeconómica, la cual consistió en comparar los beneficios con los costos que dichos proyectos implican para la comunidad, es decir, radicó en determinar el efecto que el proyecto tendrá sobre el bienestar de la sociedad.

La evaluación económica de proyectos de inversión ha sido preocupación del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo desde hace mucho tiempo. A continuación, se enfocarán términos basados en el análisis financiero y económico de un proyecto.

La evaluación socioeconómica procura determinar si al país, departamento, municipio o comunidad le conviene un proyecto. Se identifican, miden y valoran los beneficios y costos que perciben todos los habitantes del país debido al proyecto. La evaluación financiera privada del proyecto sin financiamiento que permita determinar su sostenibilidad operativa. (SNIP, 2008)

La rentabilidad de un proyecto de camino rural está determinada por el valor actual de los beneficios directos VAN, TIR, TSD, y TREMA.

El Valor Actual Neto (VAN) se define como “el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial” (Baca Urbina, Evaluación de Proyectos, 2010, pág. 71)

La inversión se considera rentable cuando r sea mayor que la rentabilidad mínima que le exijamos a la inversión. Y la rechazaríamos cuando fuese inferior. (Dumrauf, 2006)

$TIR > TREMA$ – Proyecto rentable

$TIR = TREMA$ – Proyecto rentable mínimo

$TIR < TREMA$ – Proyecto no es rentable

Se entiende por Tasa Social de Descuento (TSD) como el costo de oportunidad para el país del uso de los fondos públicos, y la tasa de descuento del privado puede ser su costo de capital o costo de oportunidad de uso de sus fondos privados. (SNIP, 2008)

(TREMA) se define como “Tasa de Rendimiento Mínima Aceptada, debo de incluir la tasa de inflación (promedio 5% anual), con esto se dice que cuando menos se debe de recuperar lo perdido por la inflación, la tasa de interés de un banco elegir la que nos dé más de rendimiento (1%). En función al riesgo de la empresa para ver la tasa que te va a poner el banco (3%).

La tasa de riesgo o el rendimiento mínimo de inversión, cuanto es lo que te gustaría tener de ganancia por hacer una inversión (5%). TREMA 14% A MAYOR TREMA MAYOR GANANCIA”. (Dumrauf, 2006)

El método que más se utiliza para tomar decisiones de inversión en el sector público es llamado análisis beneficio/costo, B/C, al cual también se le llama análisis costo/beneficio. Aunque parezcan contrarios, ambos enfoques son iguales. La idea básica es que independientemente de que la inversión sea pública o privada, sólo se debe realizar si los beneficios son mayores que los costos. Los conceptos generales de la ingeniería económica no cambian, esto es, tanto beneficios como costos deben compararse a su valor equivalente en el tiempo.

Esto significa que se deben cuantificar los beneficios y costos la inversión pública a lo largo de cierto período, trasladar esos beneficios y costos a su valor equivalente a un mismo instante que por lo general es el presente, mediante la aplicación de una tasa de descuento apropiada y comparar beneficios frente a costos. (Baca Urbina, Evaluación de Proyectos, 2010, pág. 289)

Se puede mencionar la forma en el que el método beneficio-costos pretende medir beneficios y perjuicios. Utilizar números es una práctica común dentro de una amplia variedad de materias relacionadas con fenómenos muy diversos. Un número se utiliza para destacar el conocimiento sobre las características de un fenómeno o sobre los atributos de un objeto. El uso correcto de número solo es posible si uno de ellos puede representar una propiedad formal del fenómeno u objeto en estudio. (Baca Urbina, Evaluación de Proyectos, 2010, pág. 291)

El flujo neto efectivo consiste en “presentar de forma condensada y comprensible información sobre el flujo efectivo, es decir, su obtención y utilización por parte de la entidad durante un período determinado”. (Guajardo & Andrade, 2012, pág. 98)

En análisis de sensibilidad y/o riesgo analiza las variaciones de la rentabilidad social del proyecto como resultado de los cambios en las variables determinantes de los beneficios y costos del proyecto. (SNIP, 2008)

1.5.4. Otros conceptos

Ya que se está realizando una evaluación de un tramo de carretera, fue necesario el uso de los siguientes términos para una mejor comprensión de dicho estudio.

Se define carretera como a “la superficie preparada para el tránsito de vehículos, de por lo menos de dos ejes, con características geométricas definidas de acuerdo a las normas

técnicas de la SIECA”. (Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de carreteras, 2011)

Asimismo, la construcción de carreteras requiere la creación de una superficie continua, que atraviese obstáculos geográficos y tome pendientes suficientes para permitir a los vehículos o a los peatones circular.

Ya que la necesidad de construcción de una carretera depende de muchos factores, entre esos factores mencionamos la demanda vehicular, por consiguiente, se define lo que es tráfico. Se entiende por tráfico “a la actividad de personas y vehículos que circulan por una vía”. (Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de carreteras, 2011)

Para el diseño de estructuras de pavimento es necesario conocer el número de vehículos que pasan por un punto dado. Por ende, se realizan estudios de volúmenes de tránsito, los cuales pueden variar desde los más amplios en un sistema de camino, hasta el recuento en lugares específicos tales como puentes o intercepciones de carreteras. Para este efecto se realiza una proyección de tráfico actual, a través del tiempo.

El volumen de tránsito se entiende “el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dado, de un carril o de una calzada, durante un período determinado”. (Monografía Centeno y Tremínio, 2017)

El Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) “es la cantidad promedio diario de un año consecutivo de conteo. Para realizar este conteo es necesario instalar una estación permanente que cuente el volumen de todo el año y se divide entre los 365 días para obtener el promedio diario anual”. (Monografía Padilla y Aguilar, 2013, pág. 77)

El tránsito de la hora pico, limita la necesidad de referir el diseño no a la hora máxima que se registra en un año ni a la hora promedio, sino a una hora intermedia que admita

cierto grado de tolerancia a la ocurrencia de demandas horarias extremas, que podrían quedar insatisfechas o con menores niveles de comodidad para la conducción.

El factor de hora pico FHP “representa la variación en la circulación dentro una hora. Las observaciones de la circulación indican constantemente que los volúmenes encontrados en el período de 15 minutos del pico dentro de una hora no se encuentran sostenidos a través de la hora completa”. (HCM, 2010) .

La proyección de la demanda de tránsito permite estimar la cantidad de volumen de tránsito para cierto período de tiempo; para una carretera que se pretenda reconstruir o rehabilitar, la proyección se hace para diez años, sin embargo, para carreteras nuevas este período será para veinte años, siendo esto la base del diseño.

La velocidad de diseño se define como “la máxima velocidad con que se diseña una vía en función a un tipo de vehículo y factores relacionados a topografía, entorno ambiental, uso de suelo adyacente, características del tráfico y tipo de pavimento previsto. Se expresa en Km/h o KPH”. (Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de carreteras, 2011)

Se entiende por capacidad vial “al máximo número de vehículos (peatones) que razonablemente puede pasar por un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante de un intervalo de tiempo dado, bajo las condiciones prevalecientes de la infraestructura vial, del tránsito y de los dispositivos de control”. (Cal & Mayor, 2007, pág. 355)

Existen diversos tipos de carreteras, aunque coloquialmente se usa el término carretera para definir a la carretera convencional que puede estar conectada, a través de accesos, a las propiedades colindantes, diferenciándolas de otro tipo de carreteras, las autovías y autopistas, que no pueden tener pasos y cruces al mismo nivel.

Las carreteras se distinguen de un simple camino porque están especialmente concebidas para la circulación de vehículos de transporte.

Sin embargo, se necesitó comprender la clasificación funcional de una carretera, lo cual entendemos por “clasificar de tal manera que se pueden fijar funciones específicas a las diferentes carreteras y calles, para así atender las necesidades de movilidad de personas y mercancías, de una manera rápida, confortable, segura y a las necesidades de accesibilidad a las distintas propiedades del área o usos de área colindante”. (Cal & Mayor, 2007, pág. 106)

A continuación, se describen las características de las carreteras por su clasificación funcional.

- La troncal principal sirve a desplazamientos de grandes longitudes de viajes como el tránsito interdepartamental o cuyos índices de viajes son interregional elevados y forman parte de la red centroamericana. (Red vial de Nicaragua, 2017)
- La troncal secundaria conectan cabeceras departamentales y centros económicos importantes, generadores de tráfico tales como áreas turísticas capaces de atraer viajes de mayor distancia. (Red vial de Nicaragua, 2017)
- La colectora principal comunica una o más cabeceras municipales con una población superior a los 10,000 habitantes. (Red vial de Nicaragua, 2017)
- La Colectora secundaria suministra a una categoría superior de comunicación para centros urbanos y generadores de tráfico menores. Son caminos de alta importancia municipal. (Red vial de Nicaragua, 2017)

- Los caminos vecinales brindan acceso a propiedades adyacentes y zonas remotas del país que carece de facilidad de transporte y canalización de producción agropecuaria, desde la fuente hasta los centros de consumo. (Red vial de Nicaragua, 2017)

Sin embargo, existe la clasificación por el tipo de construcción, los cuales se definen a continuación:

Se conoce a camino de pavimento “a la estructura construida sobre la subrasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito”. (Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de carreteras, 2011)

Se entiende por caminos de todo tiempo a una estructura la cual su trazo geométrico no ha sido diseñado ajustándose más que todo a la topografía del terreno, permite la circulación del tráfico todo el año y la superficie de rodamiento está conformada por suelos estables con un espesor mínimo de 15 centímetros y ancho de corona entre 3 y 4 metros. (Red vial de Nicaragua, 2017)

Los caminos de estación seca no cuentan con un diseño geométrico si no que su trazado obedece a los lineamientos naturales del terreno, comunican a pequeños poblados entre sí y a caminos de mayor importancia municipal. La superficie de rodamiento la constituye el terreno natural, por lo general la conforman materiales del tipo arcilloso, que hace que la circulación de tráfico quede interrumpida en la estación de lluvia. Los anchos de corona oscilan entre 2.5 a 3 metros al igual que los caminos de todo tiempo, estos no permiten una circulación cómoda. (Red vial de Nicaragua, 2017)

Los caminos revestidos se definen como los caminos cuyo trazado geométrico obedece a normas de diseño para este tipo de superficie vial, tienen drenaje suficiente para permitir el tráfico durante las estaciones lluviosas.

La superficie es de grava o suelos estables cuyo espesor mínimo es de 25 centímetros posee un ancho de corona entre 4 y 8 metros. (Red vial de Nicaragua, 2017)

Los caminos productivos rurales se caracterizan por niveles de tráfico bajo, por lo que el enfoque socioeconómico de evaluación más adecuado de un proyecto de mejoramiento o construcción de un camino es el enfoque del excedente del productor. Como en todo proyecto de transporte, el proyecto de camino tiene el propósito de reducir los costos de transporte, incluyéndose a los costos de operación vehicular y el valor del tiempo de los pasajeros. El ahorro de los costos de transporte es el beneficio directo del proyecto.

La evaluación de una carretera abarca campos de estudios importantes, entre ellos se menciona a la “topografía”, por lo cual se definirán ciertos conceptos útiles basados en la topografía.

“Un levantamiento topográfico consiste en un conjunto de operaciones que tiene por objeto la determinación relativa de puntos en la superficie de la tierra o a poca altura sobre la misma; estas operaciones consisten, esencialmente, en medir distancias verticales y horizontales entre diversos objetos”. (Foote & Kelly, 1976, pág. 3)

El complemento indispensable de los levantamientos topográficos es el cálculo matemático, mediante el cual y con los datos obtenidos directamente en el campo, se determinan distancias, ángulos, orientaciones, posiciones, alturas, áreas y volúmenes. Además, gran parte de los datos de campo pueden representarse gráficamente, en forma de mapas, perfiles longitudinales y transversales. El proceso puede dividirse en dos partes: trabajos de campo, para la toma directa de los datos y trabajos de gabinete para

el cálculo y dibujo adecuados al uso que haya de hacerse del levantamiento. (Foote & Kelly, 1976, pág. 3)

La planimetría se define como la parte del trabajo topográfico consistente en determinar la situación de los puntos del terreno en el plano de proyección XY. Los instrumentos y métodos topográficos planimétricos son los que se emplean para las mediciones que nos van a permitir obtener una representación planimétrica del terreno.

La altimetría será la parte al eje vertical Z, del mismo modo se habla de instrumentos y métodos topográficos altimétricos, cuyo objeto será permitirnos determinar la altitud de los distintos puntos del terreno.

Se conocen como levantamientos longitudinales a los que sirven para estudiar y construir vías de transporte o comunicaciones como: carreteras, vías férreas, canales, líneas de transmisión, acueductos, etc. (Hudiel, 2017, pág. 16).

1.6. Diseño metodológico

1.6.1. Diseño de investigación

El diseño de esta investigación es de tipo no experimental, esta es la que se realiza sin manipular deliberadamente variables independientes, se basa en variables que ya ocurrieron o se dieron en la realidad sin la intervención directa del investigador, es conocida también como investigación ex post-facto.

1.6.2. Tipo de investigación.

Tomando en consideración la naturaleza del estudio, esta investigación será de tipo descriptiva, a través del método encuesta de investigación, ya que se recopilarán y procesarán los datos a través de censos, encuestas, guías de observación, guías de análisis documental o revisión bibliográfica.

La investigación se realizará en las comunidades: San Antonio, Guastomate, El tambo, El Ojochal y Santa Juana (todos perteneciente al municipio de Tola y al tramo donde se prevé ejecutar el proyecto).

1.6.3. Análisis de fuentes de información.

El estudio consiste en la formulación de un proyecto de carácter social, dicho proyecto consiste en la construcción de un tramo de carretera Empalme El Gigante-El Murciélago del municipio de Tola. Para el estudio de demanda se requiere una recopilación de datos y el análisis de los mismos.

Por ende, como los datos primarios son los que se obtienen directamente del usuario. Para obtener dichos datos, se realizarán entrevistas y encuestas a pobladores cercanos a la zona de estudio, a funcionarios y técnicos de instituciones como la alcaldía de Tola, MTI, ENACAL y otras instituciones relacionadas al sector.

Los datos secundarios se obtienen de estudios que se han hecho; posteriormente se conseguirán a través de la revisión de estadísticas, informes, análisis realizados en centros de estudios y textos especializados en el tema. De la misma manera se revisarán datos de proyectos similares que han desarrollado. Además, se realizarán visitas de campo al sitio, así como una recopilación de información secundaria de registros de datos económicos, datos sobre salud e higiene, y características topográficas de la localidad misma para proponer el trazado idónea del tramo de carretera. En la misma forma se investigará por medio de Internet para analizar información nacional e internacional y así obtener más información.

1.6.4. Metodología para el estudio de demanda.

Las comunidades El Tambo y El Murciélago serán de gran interés tomándolas como muestras representativas en casi un 70% respecto a las comunidades San Antonio, Guastomate, El tambo, El Ojochal y Santa Juana, ya que cuentan con la mayor concentración de población y viviendas.

1.6.5. Determinación de muestra

Para determinar el tamaño de la muestra cuando los datos son cualitativos, es decir; para el análisis de fenómenos sociales o cuando se utilizan escalas nominales para verificar la ausencia o presencia del fenómeno a estudiar, se recomienda la utilización de la fórmula de Munch Galindo:

$$n = \frac{(Z^2 * N * p * q)}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * P * q}$$

Ecuación 1 Estimación de muestra

Donde:

n: Número de elementos de la muestra.

N: Número de elementos del universo.

P: Proporción-desconocida-de individuos que poseen las características en la población.

Q: 1-P

z: Valor crítico correspondiente al nivel de confianza elegido.

e = Margen de error permitido (a determinar por el director del estudio).

Cuando el valor de P y de Q no se conozca, o cuando la encuesta se realice sobre diferentes aspectos en los que estos valores pueden ser diferentes, es conveniente tomar el caso más favorable, es decir, aquel que necesite el máximo tamaño de la muestra, lo cual ocurre para $P = Q = 50\%$, luego, $P = 50\%$ y $Q = 50\%$.

Donde:

Z2: 1.96 es el nivel de confianza, generalmente del 95%.

N: Tamaño de la población o universo en este caso se utilizó el número de habitantes de las zonas beneficiadas del tramo.

p y q= 0.5: probabilidades complementarias de 0.5

e: error de estimación aceptable para encuestas en 10% o 0.1

n: tamaño de la muestra.

1.6.6. La encuesta

Estas pueden ser clasificadas en muchas maneras. Una dimensión es por tamaño y tipo de muestra.

Las encuestas serán usadas para estudiar las características socioeconómicas de la población de la zona de influencia y los efectos negativos del mal estado de la carretera.

1.6.7. Proyección de datos

Para la proyección, puede realizarse formulando hipótesis, a base de experiencia anteriores o recurriendo a métodos matemáticos. El método matemático más común es el método de los mínimos cuadrados.

El método se basa en la ecuación de la línea recta o tendencia ajustada.

$$y_e = a + bx$$

Ecuación 2 Línea recta

Dónde:

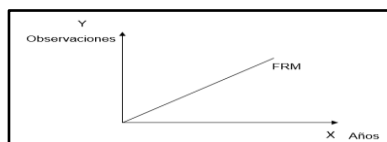
y_e : Es la variable dependiente, es la información que obtenemos vía registros estadísticos o producto de la investigación de campo.

a y b : Son coeficientes constantes cuyo valor se debe encontrar para obtener las proyecciones.

x : Es la variable independiente cuyo valor correspondiente quiere buscarse en cada uno de los años, para los que se pretende encontrar el comportamiento futuro de la variable o variables estudiadas.

Representación gráfica de la línea de tendencia:

Ilustración 1 Proyección de datos



Fuente: Elaboración propia

Para ajustar una “línea recta” por el método de los mínimos cuadrados, es preciso obtener y resolver dos ecuaciones normales (de primer grado), ya que hay que encontrar dos constantes o incógnitas “a” y “b”.

$$1. \sum xy = a\sum x + b\sum x^2$$

$$2. \sum y = Na + b\sum x$$

Ecuación 3 Mínimos cuadrados

1.6.8. Evaluación técnica.

El estudio técnico tiene como objeto determinar y analizar las opciones desde el punto de vista tecnológico, en lo que incluye el análisis de la factibilidad de cada opción y la estimación de su costo.

Para el estudio técnico se aplican una serie de técnicas para determinar las mejores alternativas a desarrollar.

1.6.9. Determinación de la proyección del tránsito

La proyección del tránsito de una carretera a su período de diseño, tiene muchas aplicaciones, ya que constituye un importante parámetro de referencia, para la identificación y cuantificación de los componentes primarios del diseño geométrico, tales como: el número de carriles, el ancho de carril, la velocidad de diseño y el vehículo de diseño.

Es también de gran importancia conocer el tránsito proyectado a su período de diseño, ya que este debe soportar el tránsito inicial y aquel que pase durante su vida de servicio, sin embargo, no es fácil calcular tales cargas, puesto que en el tránsito futuro intervienen factores muy complejos que guardan estrecha relación con indicadores de las múltiples actividades humanas, que tienen incidencia en el transporte automotor.

Para proyectar el tránsito al período de diseño se requiere del conocimiento del valor de la tasa anual de crecimiento del tránsito.

El manual de ingeniería de pavimentos para carreteras, en su sección 2.6 del capítulo 2, presenta el modelo exponencial expresado mediante la siguiente fórmula, para el cálculo de las proyecciones de tránsito:

$$TPDA_{FINAL} = TPDA_{INICIAL} * (1 + i)^n$$

Ecuación 4 Tránsito Promedio Diario Anual

Dónde:

$TPDA_{FINAL}$: Tránsito Promedio Diario Anual al final del período de diseño

$TPDA_{INICIAL}$: Tránsito Promedio Diario Anual al inicio del período de diseño

n : Período de diseño

i : Tasa anual de crecimiento del tránsito

1.6.10. Evaluación financiera.

La evaluación financiera de un proyecto de inversión intenta esencialmente cuantificar la rentabilidad del capital propio el cual es complementado externamente por los fondos previstos por los créditos de proveedores. A tal fin el análisis debe basarse en los flujos de fondos (positivos y negativos), con determinado esquema de financiamiento y operación de proyecto.

En esta etapa se hace uso de los indicadores necesarios para efectuar la evaluación financiera del proyecto, los cuales son:

Tasa de Rendimiento Mínima Aceptada (TREMA): Para iniciar un proyecto o empresa se debe realizar una inversión inicial, esta inversión puede venir de varias fuentes, de inversionistas, de otras empresas, de bancos, o una combinación de estos, como sea que haya sido, cada uno de ellos tiene un costo asociado al capital que aporte, de tal forma que la empresa formada tendrá un costo de capital propio.

Valor Actual Neto Económico (VANE): El valor presente neto está dado por:

$$VANE = \sum_{t=0}^n (B_t - C_t) / (1 + i)^t$$

Ecuación 5 Valor Actual Neto Económico

Dónde:

B_t y C_t : Son ingresos y costos incluyendo las inversiones en cada año t

i : Es la tasa de descuento

n : Es la vida del proyecto

Para una empresa, la tasa correcta de descuento es el costo promedio en el cual cada fondo adicional puede ser obtenido de todas las fuentes, los costos de capital de la empresa.

En el caso cuando $VANE = 0$, la tasa de descuento tiene un nombre especial, la Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE). Si el valor presente neto, es positivo entonces el proyecto puede cubrir todo su costo financiero con algún beneficio sobrante para la empresa. Si es negativo el proyecto no puede cubrir sus costos financieros y no debe ser emprendido.

La Tasa Interna de Retorno (TIRE): Es aquella tasa de descuento que hace igual a cero el valor actual de un flujo de beneficios netos, es decir, los beneficios actualizados iguales a los costos actualizados, esta debe compararse con la tasa de descuento que mida el mejor rendimiento alternativo no aplicado o la Tasa de Rendimiento Mínima Aceptada (TREMA). Ahora si tomamos en cuenta el análisis que nos proporciona la TIRE podría ser de mucha ayuda para una toma decisión correcta.

Para ello se presentan a continuación tres condiciones bajo las cuales se evaluarán en este proyecto:

$TIRE > TREMA$ El proyecto se acepta

$TIRE = TREMA$ Es Indiferente realizar el proyecto

$TIR < TREMA$ El proyecto se rechaza

1.6.11. Evaluación socioeconómica.

La evaluación social o socioeconómica pretende determinar si a la comunidad le conviene un proyecto o no, mediante la identificación, medición y valorización de los beneficios y costos que perciben todos los habitantes de la comunidad debido al proyecto.

1.6.11.1. Precios de mercado y precios económicos-sociales

Los precios económicos (sociales) miden el costo alternativo de los recursos para la sociedad, estableciendo las divergencias que tanto a nivel de ingresos como de costos se manifiestan en una economía, atribuible en parte a las imperfecciones del mercado.

Los precios económicos más utilizados son:

- Mano de obra no calificada.
- Tasa social de descuento.
- Precio social de la divisa.

Para estimar dicha rentabilidad social se recurre al Valor Actual Neto Económico (VANE), se usa una Tasa Social de Descuento (TSD) del 8% para Nicaragua; para que el proyecto sea aceptado el VANE tendrá que ser un valor mayor que 0 y la TIRE será mayor que la TSD. Esta es la misma metodología utilizada en la evaluación económica a precios privados y según lo establecido por el SNIP.

$$VANE = -I_0 + \sum_1^n \frac{FCn}{(1+r)^n}$$

Ecuación 6 Valor Actual Neto Económico

$$TIRE = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

Ecuación 7 Tasa Interna de Retorno Económica

$$R \frac{B}{C} = \frac{\text{Beneficios}}{\text{Costos}}$$

Ecuación 8 Relación Beneficio-Costo

El criterio de evaluación socioeconómica de proyectos es tomado de la “teoría del bienestar” si los beneficios de un proyecto pueden compensar a los perdedores del mismo y todavía gozar de un efecto positivo, el proyecto puede considerarse como un aporte al bienestar socioeconómico.

Los recursos son 100% propiedad del dueño y se pagan de contado, evaluación del proyecto “puro”.

CAPITULO 2: ESTUDIO DE MERCADO SOCIAL

Este estudio pretende identificar los principales elementos que contribuyan a establecer la demanda de los usuarios de la carretera que conecta a las comunidades de San Antonio, Guastomate, El Tambo, El Ojochal y Santa Juana, de igual forma determinar los servicios similares y sustitutos que existen actualmente en la comunidad.

2.1. Caracterización del mercado donde se desarrollará el proyecto

El mercado está definido dentro de la categoría de servicios, puesto que, a diferencia de los bienes, este tipo de mercado es de naturaleza intangible y no son susceptibles de ser fabricados, sino que se prestan, en este caso se prestará el servicio de infraestructura de transporte. Por su ubicación también se puede definir que el mercado es de característica local y turística.

2.2. Descripción del servicio

El servicio que ofrecerá al finalizar la construcción de esta carretera tiene como finalidad conectar y movilizar con mejores condiciones de servicio, efectividad y seguridad, a la población de las comunidades de San Antonio, Guastomate, El tambo, El Ojochal y Santa Juana, que consta de una longitud de 5 kilómetros.

De acuerdo con los Términos de Referencia establecidos para este proyecto, se seleccionaron las normas de diseño AASHTO y SIECA. Estas normas se adecuaron a las condiciones geotécnicas de la zona en que se ubica la carretera.

2.2.1. Periodo de diseño

Para este estudio se escogió un período de vida útil de 20 años debido a que se consideró que al final de este período es adecuado reemplazar, mejorar o rehabilitar el tipo de vía en diseño y brindar un óptimo servicio a la población.

2.2.2. Diseño geométrico

El sistema utilizado es el de calles con una sección transversal típica estándar. El ancho promedio de los dos carriles de rodamiento de la carretera es de 7 metros, además de las cunetas con bordillo laterales que se han diseñado para su construcción. No contempla otras obras como andenes.

2.2.3. Velocidad de diseño

Para efectos de diseño, la velocidad se fijó en 50 kilómetros por hora (km/h), la aplicación de esta velocidad es apropiada ya que las características de la zona del camino en general en todo su trayecto, está expuesto a la presencia de manera casi constante de elementos móviles tales como: peatones, semovientes, usuarios montados en bicicletas y bestias, etc.

2.2.4. Tránsito de diseño

El tipo de tránsito mayormente característico en la zona es de tránsito liviano, también existe presencia de camiones con carga y buses de transporte colectivo. Para el diseño geométrico, el vehículo de diseño es aquel cuyas dimensiones y radio mínimo de giro sean mayores que los de la mayoría de vehículos de su clase. Se considera utilizar como vehículo de Proyecto los Tipos C-2 y/o el Bus.

2.3. Análisis de la demanda

2.3.1. Población demandante

Los demandantes son los pobladores de las comunidades de San Antonio, Guastomate, El Tambo, El Ojochal y Santa Juana, que son 874 habitantes. La mayor necesidad de la población de este sector es tener una carretera en buen estado físico, revestidas mediante una carpeta de rodamiento adecuada que proteja la capa base y con obras de drenaje menor que conduzcan las corrientes de aguas para evitar que se escurran sobre la calzada, permitiéndoles movilización fluida y eficiente, reducción en los tiempos de desplazamiento, incrementar la higiene comunal y el nivel de vida.

2.3.2. Beneficiarios del proyecto

Con este proyecto se pretende beneficiar de manera directa a 874 personas que habitan en las comunidades de San Antonio, Guastomate, El Tambo, El Ojochal y Santa Juana. Estas personas son las que perciben los efectos de manera directa.

Se realizará este proyecto con el fin de mejorar el nivel de vida de los pobladores que circulan para comunicarse con otras áreas urbanas, mediante la reducción de los costos de transportes y costos de producción de la zona de influencia del proyecto.

El proyecto puesto en operación beneficiará a la comunidad de la siguiente manera:

- Desarrollo social de la comunidad.
- Mejoramiento de salud en la comunidad.
- Mejoramiento en el acceso para el tráfico de vehículos.
- Menos enfermedades.
- Mayores beneficios económicos.

2.3.2.1. Beneficiarios directos

El tramo en estudio incluye 5 comunidades: San Antonio, Guastomate, El Tambo, El Ojochal y Santa Juana.

En la siguiente tabla se detallan el número de habitantes correspondiente a las comunidades antes mencionados, que representan los beneficiarios directos del proyecto.

Tabla 1 Comunidades beneficiadas directamente

Comunidad	Cantidad de habitantes
San Antonio	198
Guastomate	126
El Tambo	310
Santa Juana	117
El Ojochal	123
Total general	874

Fuente: Alcaldía municipal de Tola

2.3.2.2. Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos corresponden a la población urbana del municipio de Tola que no están ligados al proyecto, estos son 7424 habitantes.

2.3.3. Encuesta a la población

Para el análisis de la demanda fue necesario la aplicación de la fórmula expresada por Munch Galindo en 1996, siendo esta la siguiente expresión:

$$n = \frac{(Z^2 * N * p * q)}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * P * q}$$

Ecuación 9 Estimación de muestra

Donde:

n: Número de elementos de la muestra.

N: Número de elementos del universo.

P: Proporción-desconocida-de individuos que poseen las características en la población.

Q: 1-P

z: Valor crítico correspondiente al nivel de confianza elegido.

e = Margen de error permitido (a determinar por el director del estudio).

Cuando el valor de P y de Q no se conozca, o cuando la encuesta se realice sobre diferentes aspectos en los que estos valores pueden ser diferentes, es conveniente tomar el caso más favorable, es decir, aquel que necesite el máximo tamaño de la muestra, lo cual ocurre para P = Q = 50%, luego, P = 50% y Q = 50%.

Donde:

Z2: 1.96 es el nivel de confianza, generalmente del 95%.

N: Tamaño de la población o universo en este caso se utilizó el número de habitantes de las zonas beneficiadas del tramo, que en este caso es de 874.

p y q= 0.5: probabilidades complementarias de 0.5

e: error de estimación aceptable para encuestas en 10% o 0.1

n: tamaño de la muestra.

A continuación, se muestra el cálculo de la población objeto de estudio.

Sustituyendo:

$$n = \frac{(1.96)^2(874)(0.5)(0.5)}{[(874 - 1) * (0.1)^2] + [1.96^2(0.5)(0.5)]} = 87$$

La muestra calculada es de 87 habitantes y es a quienes se les aplicó la encuesta¹, con la finalidad de conocer el nivel de aceptación del proyecto y los posibles aportes de los ciudadanos al proyecto.

2.3.3.1. Resultado de las encuestas

Las encuestas se realizaron en el tramo en estudio, tratando de distribuir su número entre toda la población: estudiantes de secundaria, amas de casa y personas que viajaban al trabajo.

Tabla 2 Cantidad de personas encuestadas

Sexo	Frecuencia
Masculino	41
Femenino	46
Total general	87

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3 Edades de población

Edad	Frecuencia
0-5	0
6-15	4
16-24	22
25-30	36
31-60	8
61 a +	17
Total general	87

Fuente: Elaboración propia

¹ Ver Anexo 3: Formato de encuesta en la zona

Tabla 4 Opinión sobre el estado actual del tramo

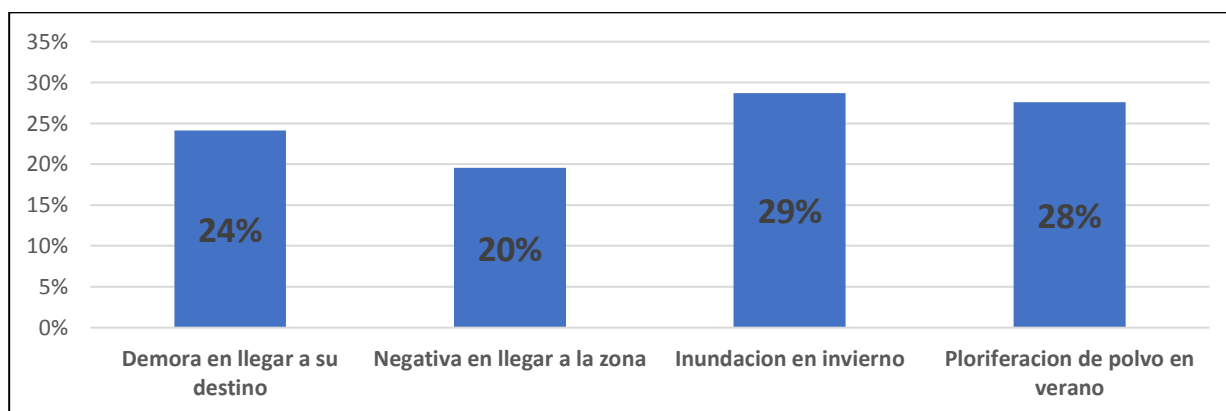
Opinión del estado actual del tramo	Frecuencia
Buenas condiciones	0
Regulares condiciones	32
Malas condiciones	55
Total general	87

Fuente: Elaboración propia

2.3.3.2. Problemas que genera el mal estado de la vía

A continuación, se muestran los problemas que generan el mal estado de la vía.

Gráfico 1 Inconvenientes que produce el mal estado de la vía

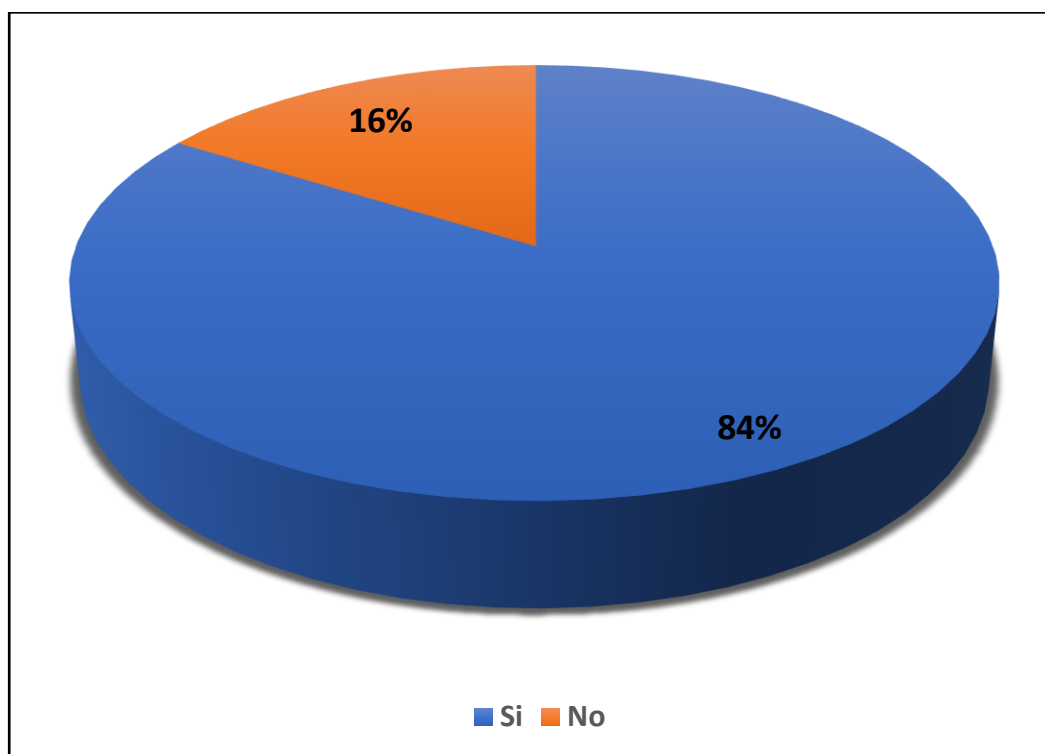


Fuentes: Elaboración propia

De el grafico anterior se puede deducir que el 24% de la comunidad en estudio menciona que demoran en llegar a su destino, el 20% existe negativa en llegar a las zonas colindantes del tramo, también el 29% de los mismos remarcando el hecho de que sus hogares se inunda en épocas de invierno y el 28% dijo que en esta vía existe mucha proliferación de polvo en épocas de verano.

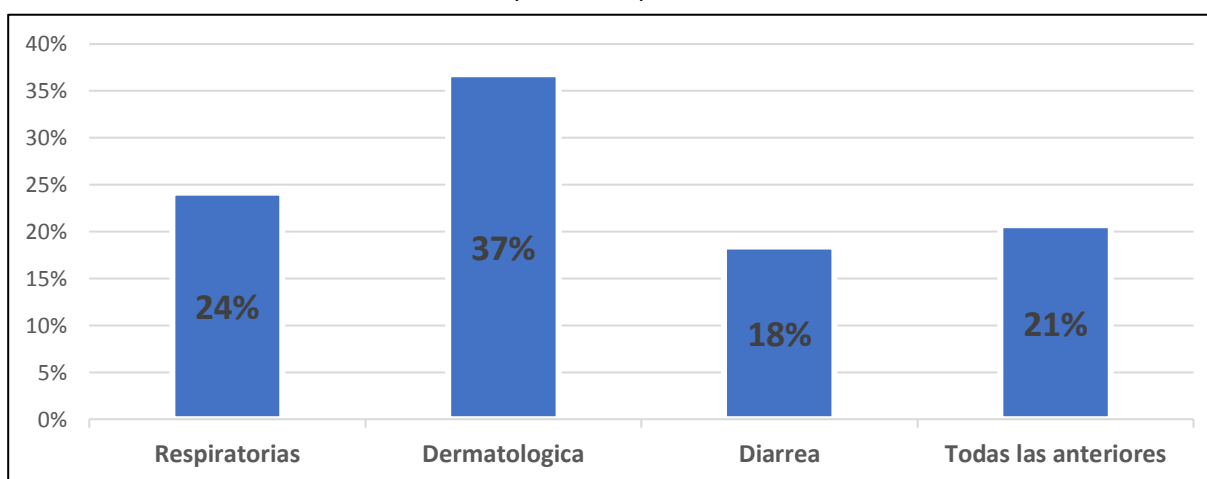
2.3.4. Afectaciones por enfermedades

Gráfico 2 ¿El mal estado del camino ocasiona enfermedades?



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3 Enfermedades producidas por el mal estado de la carretera



Fuente: Elaboración propia

Los gráficos anteriores están estrechamente ligados. Donde un 84% de los encuestados opina que el mal estado de la vía si ocasiona enfermedades siendo el mayor consecuente con un 37% las enfermedades dermatológicas, un 18% diarrea, las enfermedades respiratorias con 24% y el 21% de la población cree todas estas enfermedades antes mencionadas si son una consecuencia del mal estado de la vía.

2.3.5. Proyección de la población

Para el cálculo de la proyección de la población demandante, fue necesario usar una tasa de crecimiento para el periodo del año 2015 a 2020, que se adaptó para el periodo de diseño del proyecto (2020 a 2039), proporcionada por el Instituto Nacional de Información y Desarrollo (INIDE), la cual se estimó en 3.5%.

Tabla 5 Población proyectada (2020 a 2039)

Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Población	905	936	969	1003	1038	1074	1112	1151	1191	1233	1276	1321	1367	1415	1464	1516	1569	1623	1680	1739

Fuente: Elaboración propia

Se estima que para el año 2039 habrá 1739 personas, este corresponde entre varones y mujeres.

2.3.6. Usuarios del proyecto.

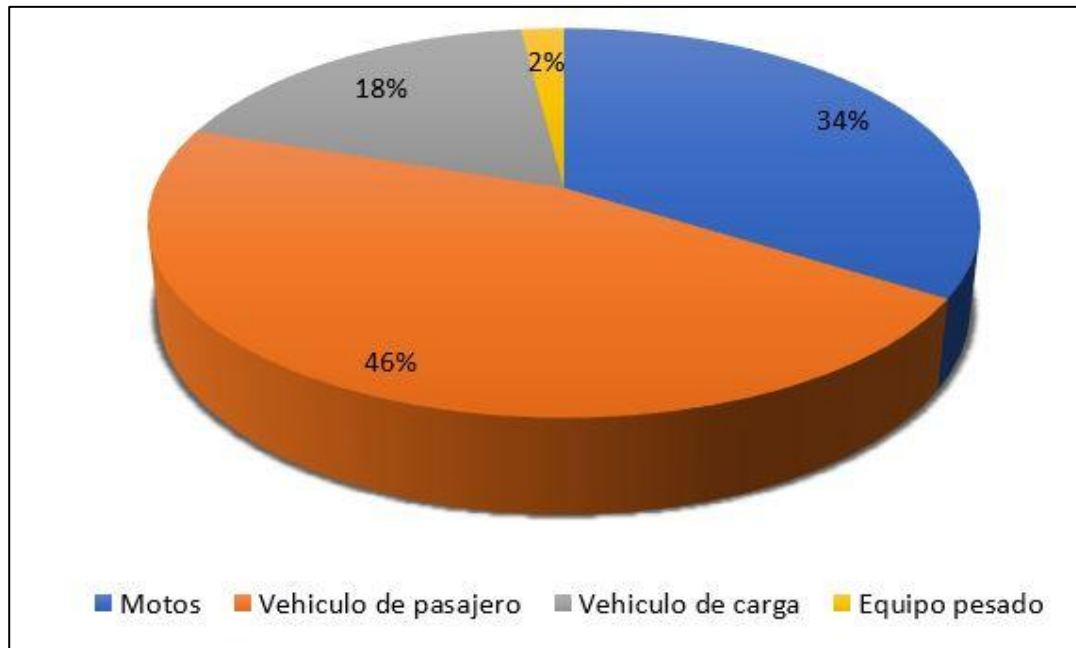
Los usuarios del proyecto son los vehículos de carga y pasajeros, que tienen un origen y un destino y que transitan por el tramo en estudio, estos son los principales demandantes del proyecto. Para el análisis de la demanda fue necesario realizar un conteo vehicular², para obtener la composición del tipo de vehículo que circula y el Transito Promedio Diario Anual (TPDA) de la zona.

² Ver Anexo 1: Formato de conteo volumétrico vehicular

2.3.6.1. Composición vehicular

En el siguiente gráfico, se puede apreciar la composición vehicular de mayor afluencia en la vía.

Gráfico 4 Composición vehicular



Fuente: Elaboración propia

2.3.7. Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)

Los levantamientos se realizaron durante cuatro días con conteos de 12 horas de 06:00 am a 06:00 pm, entre los días de semana sábado, domingo, lunes y martes. En la siguiente tabla se presentan los resultados del conteo vehicular:

Tabla 6 Conteo volumétrico vehicular

DISEÑO DE CARRETERA EMPALME EL MURCIÉLAGO - EL GIGANTE 5.00 KM

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN DE 5 KILOMETROS DE CARRETERA, TRAMO EMPALME EL GIGANTE - EL MURCIÉLAGO

EN EL MUNICIPIO DE TOLA DEPARTAMENTO DE RIVAS

ESTUDIO DE CONTEO VOLUMÉTRICO

FECHA	Agosto 27 del 2019			SENTIDO	Ambos sentidos			ENCUESTADOR						HOJA No.			
Período Horario	Motos	Autos	Jeep/SUV	Cmta	Micro bús	Mini bús	Bus	Liviano	C2	C3	TxSx <=4 e	TxSx <=5 e	CxRx <=4 e	CxRx <=5e	VA/V C	Remolques y/o Tráiler	Total
6:00-7:00																	
7:01-8:00	19	6	2	5	4		1	2		1					1		41
8:01-9:00	21	8	5	8	1		2	3	1	1		1			1	1	53
9:01-10:00	18	2	5	9	1		1	3	1	5							45
10:01-11:00	15	5	3	8	1		1	2	2	6					1		44
11:01-12:00	11	5	8	6	2		1	2	2	6							43
12:01-1:00	8	2	4	2	1		1	1	1	3							23
1:01-2:00	15	7	7	8	1		2	3	1	6	1						51
2:01-3:00	12	5	5	8	1			2	1	5							39
3:01-4:00	10	6	7	7	2		1	1		5						1	40
4:01-5:00	14	6	4	5	2		1	2	1	7					1	1	44
5:01-6:00	8	2	2	1			1	1		2					1		18
Total	151	54	52	67	16		12	22	10	47	1	1	0	0	5	3	441
%	77.1						22.9										

Fuente: Elaboración propia

Los registros de tráfico indican que la hora de máximo volumen horario corresponde al período de 08:01 am a 09:00 am, con 53 vehículos circulando en ambos sentidos de la vía y que representa el 12% de tráfico diario.

Como los datos recopilados únicamente corresponden a un conteo de 4 días y 12 horas consecutivas, para obtener el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), se utilizaron los siguientes factores de expansión:

Tabla 7 Factores de expansión

Camino NIC-62		Estación: 6202		Tramo: Tola- La Salinas													
GRUPOS	Motos	Vehículos de Pasajeros						Vehículos de Carga						Equipos pesados			
		Autos	Jeep/SUV	Cmta	Microbús <15S	Minibús 15-30S	Bus 30+ S	Liviano 2-5t.	C2 5+t.	C3	TxSx <=4e.	TxSx <=5e.	CxRx <=4e.	CxRx <=5e.	VA	VC	
	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	18	19	
Factor Dia	1.24	1.29	1.26	1.27	1.19	1.27	1.16	1.25	1.26	1	1	1.43	1	1	1.11	1.21	
Factor Semana	1.05	1.06	1.07	0.96	1.01	0.98	0.88	0.88	0.88	1	1	0.96	1	1	0.79	0.85	
Factor Temporada	0.97	1.01	0.93	0.89	0.93	1.03	1.05	0.88	0.81	0.71	1.8	0.92	1	1	1	0.74	

Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)

A continuación, se muestran los datos del aforo vehicular expandidos a Tráfico Promedio Diario (TPD) para 24 horas, Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS) y Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA):

Tabla 8 Cálculo de Tráfico Promedio de 12 horas a 24 horas

	Motos	Autos	Jeep/SUV	Cmta	Microbús	Minibús	Bus	Liviano	C2	C3	TxSx <=4e	TxSx <=5e	CxRx <=4e	CxRx <=5e	VA/VC	Remolques y/o Tráiler	Total
VPD(12HORAS)	151	54	52	67	16		12	22	10	47	1	1			5	3	441
Factor Día	1.24	1.29	1.26	1.27	1.19	1.27	1.1	1.25	1.3	1.16	1	1.43	1	1	1.31	1.21	
VPD(24HORAS)	188	70	66	86	20		14	28	13	55	1	2			7	4	554

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9 Cálculo de Tráfico Semanal

	Motos	Autos	Jeep/SUV	Cmta	Microbús	Minibús	Bus	Liviano	C2	C3	TxSx <=4e	TxSx <=5e	CxRx <=4e	CxRx <=5e	VA/VC	Remolques y/o Tráiler	Total
VPD(12HORAS)	188	70	66	86	20		14	28	13	55	1	2			7	4	554
Factor semanal	1.05	1.06	1.07	0.96	1.01	0.98	1.01	0.88	0.88	0.88	1	0.96	1	1	0.9	0.85	
VPDsemanal	198	75	71	83	21		15	25	12	49	1	2			7	4	563

Fuentes: Elaboración propia

Tabla 10 Cálculo de Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)

	Motos	Autos	Jeep/SUV	Cmta	Microbús	Minibús	Bus	Liviano	C2	C3	TxSx <=4e	TxSx <=5e	CxRx <=4e	CxRx <=5e	VA/VC	Remolques y/o Tráiler	Total
VPD(SEMENA)	198	75	71	83	21		15	25	12	49	1	2			7	4	563
Factor temporada	0.97	1.01	0.93	0.89	0.93	1.03	1.05	0.88	0.81	0.71	1.8	0.92	1	1	1	0.74	
TPDA	193	76	67	74	20		16	22	10	35	2	2			7	3	527

Fuente: Elaboración Propia

Se obtuvo un TPDA de 527 vehículos para el año 2019, en ambos sentidos de la vía, tramo Empalme El Gigante – El Murciélago y El Murciélago – Empalme El Gigante, con factores de expansión obtenidos de la estación No. 6202 tramo Tola – Las Salinas.

2.3.8. Encuesta Origen y Destino

Se llevó a cabo la encuesta Origen y Destino³, con el objetivo de identificar los propósitos de los viajes. Se hizo la encuesta durante cuatro días continuos de la semana, comenzando un día sábado y finalizando un día martes, los días de trabajo y la cantidad de personas entrevistadas se muestran en el cuadro siguiente.

Tabla 11 Días y cantidad de encuesta Origen / Destino

Fecha	Cantidad de personas Entrevistadas
sábado, 7 de septiembre de 2019	198
domingo, 8 de septiembre de 2019	178
lunes, 9 de septiembre de 2019	214
martes, 10 de septiembre de 2019	170
Total general	760

Fuente: Elaboración propia

Se entrevistaron a 760 vehículos en los 4 días de encuestas, habiéndose entrevistado más vehículos los días sábado y lunes, con 198 y 214 vehículos respectivamente, que representan un 26.1% y 28.2% del total.

2.3.8.1. Zonificación

Con el objetivo de identificar los orígenes y destinos de los flujos de tráfico, se procedió a delimitar la zona de influencia del proyecto en zonas homogéneas, el criterio principal para la definición de las zonas es la ubicación de generadores y atractores de tráfico que pueden ser centros industriales, centros agropecuarios, puertos, cabeceras municipales,

³ Ver Anexo 2: Formato encuesta Origen y Destino

puertos de montaña, etc. En este caso se ha considerado la presencia de varias zonas de playas que representan un atractivo determinante para el tráfico de la zona y que es de suma importancia determinar su comportamiento. Las zonas en que se dividió el área de influencia directa e indirecta se presentan a continuación.

Tabla 12 Zonificación

Zona	Origen
1	San Antonio, Guacalito, Aqua, Gigante
2	El Tambo, Güiscol, Iguana
3	Santa Juana, Ojochal, Guastomate
4	El Asentamiento, Cuascoto
5	Limón 1, Limón 2, Rancho Santana, Jiquilite
6	Las Salinas, Virgen Morena, Higueral, San Ignacio, Los Ranchos, La Junta
7	Popoyo, Guasacate, San Martín, Punta Teonoste
8	EL Astillero, Las Cañas
9	Las Pilas, Coyol, Santa Julia, Juan Dávila, La Junta, Las Palomas, Brito
10	Tola, Nancimi, El Palomar, Los Cerros, Las Mercedes
11	Rivas
12	San Juan del Sur, Frontera Peñas Blanca
13	Masaya, Granada, Carazo
14	Managua
15	Guatemala
16	León
17	Costa Rica
18	Brasil
19	USA
20	Boaco / Estelí / Matagalpa / Jinotega

Fuente: Elaboración propia

2.3.8.2. Análisis de Origen y Destino

En las siguientes tablas se muestran la cantidad de vehículos entrevistados por zona, motivo de viajes por origen, motivo de viaje por destino, motivo de viaje por fecha, por tipo de vehículo y por carga transportada por tipo de vehículo

Tabla 13 Origen y Destino

No.	Origen / Destino	San Antonio, Guacalito, Aqua, Gigante	El Tambo, Güiscol, Iguana	Santa Juana, Ojochal, Guastomate	El Asentamiento, Cuascoto	Limón 1, Limón 2, Rancho Santana, Jiquilite	Las Salinas, Virgen Morena, Higueral, San Ignacio, Los Ranchos, La Junta	Popoyo, Guasacate, San Martin, Punta Teonoste	EL Astillero, Las Cañas	Las Pilas, Coyol, Santa Julia, Juan Dávila, La Junta, Las Palomas, Brito	Total, General	%
1	San Antonio, Guacalito, Aqua, Gigante	6	36	1		12	99			1	155	20.4
2	El Tambo, Güiscol, Iguana						1				1	0.1
9	Las Pilas, Coyol, Santa Julia, Juan Dávila, La Junta, Las Palomas, Brito	4	25			5	1				35	4.6
10	Tola, Nancimi, El Palomar, Los Cerros, Las Mercedes	29	125	5	2	93	152	17	7		430	56.7
11	Rivas		6			5	14	1			26	3.4
12	San Juan del Sur, Frontera Peñas Blanca	2	4			6	3	4			19	2.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14 Origen y Destino (Continuación)

No .	Origen / Destino	San Antonio, Guacalito, Aqua, Gigante	El Tambo, Güiscol, Iguana	Santa Juana, Ojochal, Guastomate	El Asentamiento, Cuascoto	Limón 1, Limón 2, Rancho Santana, Jiquilité	Las Salinas, Virgen Morena, Higueral, San Ignacio, Los Ranchos, La Junta	Popoyo, Guasacate, San Martín, Punta Teonoste	EL Astillero, Las Cañas	Las Pilas, Coyoil, Santa Julia, Juan Dávila, La Junta, Las Palomas, Brito	Total General	%
13	Masaya, Granada, Carazo		7	1		9	5	2			24	3.2
14	Managua	1	30			19	9	2			61	8
15	Guatemala					1					1	0.1
16	León					1					1	0.1
17	Costa Rica		1								1	0.1
18	Brasil		1								1	0.1
19	USA		1								1	0.1
20	Boaco / Estelí / Matagalpa / Jinotega		2				1				3	0.4
Total General		42	238	7	2	151	285	26	7	1	759	100
%		5.5	31.4	0.9	0.3	19.9	37.5	3.4	0.9	0.1	100	

Fuente: Elaboración propia

El 56.7% (430) de los viajes se origina en la zona 10, de Tola, Nancimí, El Palomar y Brito, que colinda al Este con la zona de influencia del camino.

En segundo lugar, como orígenes de los viajes se tiene a la zona 1, San Antonio, Guacalito, Aqua, Gigante, con el 20.4% (155) del total de los viajes.

Con respecto al origen de los viajes, la zona 6, Las Salinas, Virgen Morena, Higueral, San Ignacio, Los Ranchos, La Junta, es la zona con mayor cantidad de viajes con 285 (37.5% del total).

En segundo lugar, como principal destino de los viajes es la zona 2, El Tambo, Güisocoyol, Iguana, con el 31.4% (238) del total de viajes.

En tercer lugar, de importancia como destino de viajes resultó la zona 5, Limón 1, Limón 2, Rancho Santana, Jiquilite con el 19.9% (151) del total de viajes.

Se reportan viajes con orígenes en países del extranjero, tales como: Costa Rica, Brasil, y USA.

Las ciudades de Rivas (3.4%) y Managua (8%) son las principales cabeceras departamentales de Nicaragua que reportan orígenes de viajes, el resto del país es discreto, las ciudades de Masaya, Granada y Carazo reportan el 3.2% (24) del total de viajes.

Tabla 15 Viajes por Origen

Zona	Nombre de la Zona	Trabajo	Compras /ventas/ negocios	Visita	Estudio	Paseo/ Recreación / Turismo/ Vacaciones	Total, General	%
1	San Antonio, Guacalito, Aqua, Gigante	128	1	2	2	20	153	20.2
2	El Tambo, Güisocoyol, Iguana					1	1	0.1
9	Las Pilas, Coyol, Santa Julia, Juan Dávila, La Junta, Las Palomas, Brito	22	2	3	2	6	35	4.6
10	Tola, Nancimi, El Palomar, Los Cerros, Las Mercedes	269	40	12	19	91	431	56.9
11	Rivas	13	3	1	1	9	27	3.6
12	San Juan del Sur, Frontera Peñas Blanca	8				10	18	2.4
13	Masaya, Granada, Carazo	8	3			13	24	3.2
14	Managua	25	2			34	61	8
15	Guatemala	1					1	0.1
16	León	1					1	0.1
17	Costa Rica					1	1	0.1
18	Brasil					1	1	0.1
19	USA					1	1	0.1
20	Boaco / Estelí / Matagalpa / Jinotega		1	1		1	3	0.4
	Total, General	475	52	19	24	188	758	100
	%	62.7	6.9	2.5	3.2	24.8	100	

Fuente: Elaboración propia

El 83.7% (128) de las entrevistas provenientes de la Zona 1, San Antonio, Guacalito, Aqua, Gigante, hacen son viajes por trabajo, y solamente el 13.1% de éstos (10) lo hacen por recreación.

Los viajes provenientes de las zonas 8, 9 y 10 son en su mayoría por asuntos de trabajo (62.9%, 62.4% y 48.1% respectivamente), estas zonas son cercanas al camino en estudio.

Los viajes que provienen de los departamentos de Masaya, Granada, Carazo y Managua tienen predominio por asuntos de paseo y recreación.

Los viajes que tienen origen en el norte del país, Boaco, Estelí, Matagalpa y Jinotega tienen un fuerte componente por motivos de compras y ventas.

Tabla 16 Motivos de viaje por Destino

N°	Nombre de la Zona	Trabajo	Compras /ventas/ negocios	Visita	Estudio	Paseo/ Recreación / Turismo/ Vacaciones	Total, General	%
1	San Antonio, Guacalito, Aqua, Gigante	28	3	1		10	42	5.5
2	El Tambo, Güisocoyol, Iguana	138	12	8	5	73	236	31.1
3	Santa Juana, Ojochal, Guastomate	4	2		1		7	0.9
4	El Asentamiento, Cuascoto	2					2	0.3
5	Limón 1, Limón 2, Rancho Santana, Jiquilite	93	9	4	7	39	152	20.1
6	Las Salinas, Virgen Morena, Higueral, San Ignacio, Los Ranchos, La Junta	195	24	6	11	49	285	37.6
7	Popoyo, Guasacate, San Martin, Punta Teonoste	9	1			16	26	3.4
8	EL Astillero, Las Cañas	5	1			1	7	0.9
9	Las Pilas, Coyol, Santa Julia, Juan Dávila, La Junta, Las Palomas, Brito	1					1	0.1
	Total, General	475	52	19	24	188	758	100
	%	62.7	6.9	2.5	3.2	24.8	100	

Fuente: Elaboración propia

La Zona 1, San Antonio, Guacalito, Aqua, Gigante tiene como destino el 66.7% de los viajes de esta zona, siguiéndole en importancia los viajes de recreación y paseo con el 23.8%.

Las zonas 5, 6 y 7 tienen similar comportamiento que la zona 1 arriba descrito.

La zona 7, Popoyo, Guasacate, San Martín, Punta Teonoste, tiene un 61.5% de destinos por recreación y paseo.

Tabla 17 Motivos de viaje por fecha

Fecha	Trabajo	Compras /ventas / negocios	Visita	Estudio	Paseo/Recreación / Turismo/ Vacaciones	Total General	%
sábado, 7 de septiembre de 2019	98	17	1	22	58	196	25.9
domingo, 8 de septiembre de 2019	75	12	9	2	80	178	23.5
lunes, 9 de septiembre de 2019	172	7	3		32	214	28.2
martes, 10 de septiembre de 2019	130	16	6		18	170	22.4
Total, general	475	52	19	24	188	758	100
%	62.7	6.9	2.5	3.2	24.8	100	

Fuente: Elaboración propia

Los motivos de viaje por trabajo durante todo el fin de semana se mantienen casi en el 50% comparado con los días lunes y martes, reflejando esto la importancia de la zona turística y recreativa.

Por supuesto que los viajes por motivos de recreación y turismo en los fines de semana son aproximadamente el doble que los reportados en día de semana laboral.

Los viajes de compras / negocios continúan realizándose con importancia en fines de semana, reduciéndose solamente un poco para el día lunes.

Tabla 18 Tipos de vehículos encuestados

Fecha	Motos	Autos	Jeep	Camioneta	Microbus	Bus	Liviano	C2	C3	Txsx (>=5e)	VA/V C	Total, General	%
sábado, 7 de septiembre de 2019	70	35	20	41	11	4	11	3	1		2	198	26.1
domingo, 8 de septiembre de 2019	86	27	21	30	6	3	4	1				178	23.4
lunes, 9 de septiembre de 2019	67	21	22	35	8	4	12	3	40	1	1	214	28.2
martes, 10 de septiembre de 2019	44	17	12	17	5	4	12	7	50	1	1	170	22.4
Total, General	267	100	75	123	30	15	39	14	91	2	4	760	100
Porcentaje	35.1	13.2	9.9	16.2	3.9	2	5.1	1.8	12	0.3	0.5	100	

Fuente: Elaboración propia

Se entrevistaron 760 vehículos, de ellos el 35.1% fueron motos, entre autos, jeep/SUV y camionetas se entrevistaron 298 vehículos, representando estos el 39.3% del total, se entrevistaron 14 camiones tipo C2 (1.8%). En el cuadro a continuación se presentan los resultados por tipo de vehículo y días de encuesta.

2.3.9. Proyección de la demanda

Para realizar el cálculo de la proyección de vehículos se utilizó la ecuación de crecimiento poblacional.

$$P_n = P_o(1 + r)^n$$

Ecuación 10 Crecimiento Vehicular

Dónde:

Po: Población vehicular Inicial

r: Tasa de crecimiento vehicular

n: Tiempo transcurrido.

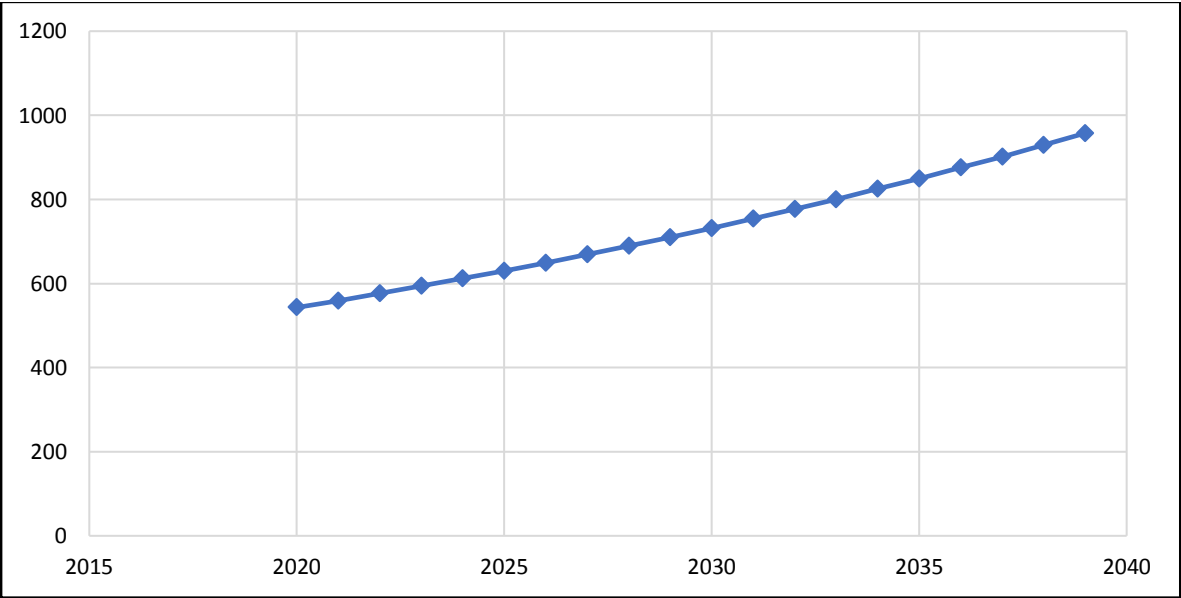
A continuación, en la siguiente tabla, se muestra el comportamiento del Transito Promedio Diario Anual (TPDA), tramo Empalme El Gigante – El Murciélago.

Tabla 19 Crecimiento vehicular anual

Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
TPDA	543	559	576	594	612	630	649	669	689	710	732	754	777	800	825	850	875	902	929	957

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5 Crecimiento vehicular del 2020 al 2039



Fuente: Elaboración propia

Se utilizó una tasa vehicular del 3.0%, dato tomado de la estación N°6202 (Tolas – Salinas), obteniendo un TPDA de 957 vehículos promedio para 20 años.

CAPITULO 3: ESTUDIO TÉCNICO

En este acápite se establecen los aspectos esenciales que componen el estudio de prefactibilidad del tramo en análisis, como es: la localización, el tamaño, el diseño, cantidades de obras, los aspectos legales y el cronograma de ejecución del proyecto.

Así mismo, se abordarán los estudios correspondientes para el correcto diseño del proyecto, entre ellos: el estudio topográfico, tránsito, de suelos, hidrológico.

3.1. Localización del proyecto

3.1.1. Macro localización

El tramo en estudio (5 kilómetros de carretera tramo empalme El Gigante – El Murciélagos), geográficamente se encuentra macro localizado en la zona del pacifico de la republica de Nicaragua, al oeste de la ciudad de Rivas.

El municipio de Tola tiene una extensión territorial de 474 kilómetros cuadrados (km²) y está ubicado en las coordenadas 11° 26' de latitud norte y 85° 56' de longitud este. La cabecera municipal se encuentra a una distancia de 124 km al sur de Managua, capital de la república y a 13 km de la ciudad de Rivas. Su territorio se encuentra en promedio a 40 metros sobre el nivel del mar (msnm).

A nivel departamental, el municipio de Tola ocupa el segundo lugar en tamaño de población. Rivas que concentra la mayor cantidad de actividades como cabecera municipal, es la que ocupa el primer lugar con 45,169 habitantes, el tercer lugar lo ocupa el municipio de Altagracia con 21,812 personas.

Los límites geográficos de Tola son los siguientes: Al norte con el municipio de Belén, al sur con el océano pacifico, al este con Rivas y San Juan Del Sur y al oeste el océano pacífico y el municipio de Santa Teresa.

Mapa 1 Macro Localización



Fuente: Instituto Nicaragüense de Turismo (INTUR)

3.1.1.1. Temperatura

El municipio cuenta con una temperatura que oscila entre los 25° a 27°C y una precipitación media anual entre 1500 y 1600 mm de lluvia. El viento sopla con mucha fuerza, barriendo el istmo en dirección del lago al mar.

3.1.1.2. Fauna marina

Las aguas marinas junto a las costas son templadas y muy ricas en pesca, debido al surgimiento de aguas más profundas y frías que traen en suspensión gran cantidad de microorganismos, alimento abundante para los peces y tortugas marinas. Sobre ellas soplan los fuertes vientos que incomodan a las navegaciones en los primeros meses del año.

3.1.1.3. Vegetación

Presenta una vegetación de un bosque tropical seco, aunque bastante intervenido, que crece en algunos cerros o a orillas del mar. El árbol departamental es el Elequeme (*Erythrina fusca*) y el ave la urraca copetona (*Calocitta formosa*).

3.1.1.4. Formación del suelo

La zona está constituida por terrenos muy antiguos cretáceos - eoceno, que emergieron del fondo del mar como extractos levantados para formar los ondulados relieves y cerros. La parte que mira hacia el océano está sembrada de numerosas colinas, siendo la altura más destacada el cerro de "La Mohosa" (477 m).

El litoral se caracteriza por la sucesión de pequeñas bahías semicirculares: Astillero, Manzanillo, Ocotal, Marsella, Nacasclo, San Juan del Sur, el coco, la Flor, Animas, Ostional y Salinas; separadas por cabos salientes e interesantes formaciones rocosas. Los ríos son de corto recorrido debido a la estreches del istmo desaguan en el pacífico Limón y Brito 2.

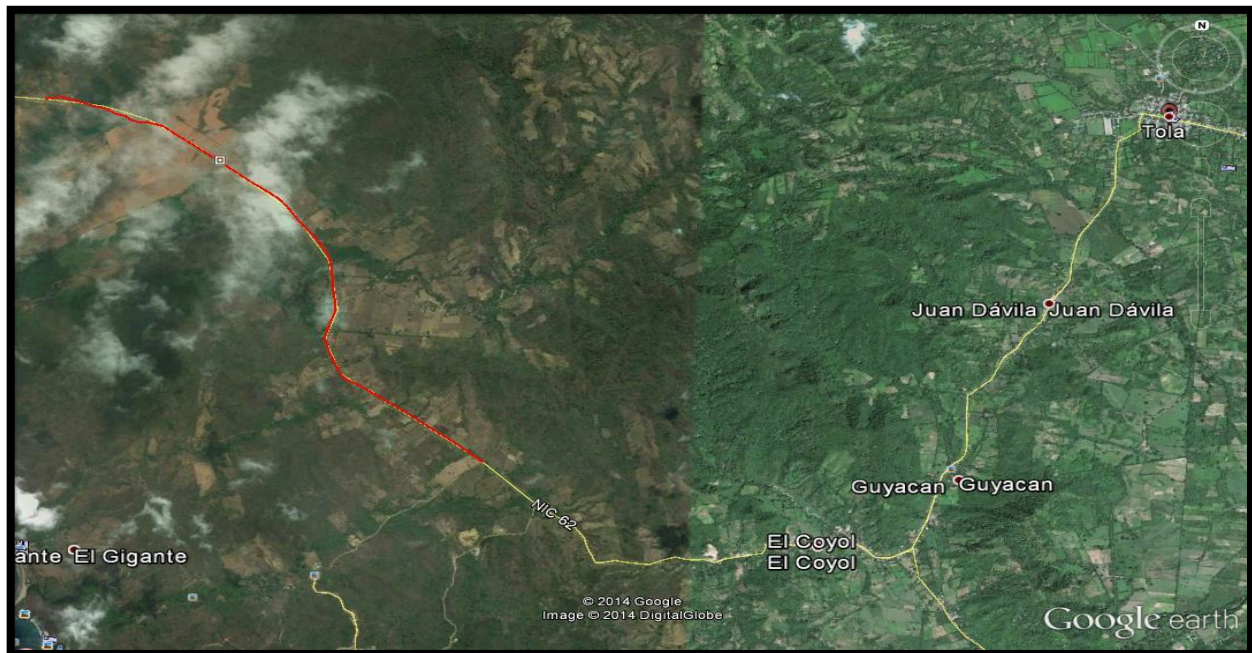
3.1.2. Micro localización

El tramo de carretera Empalme Gigante – El Murciélago (5.0 Km), está micro localizado en el área rural del municipio de Tola del departamento de Rivas, en una de las principales vías de comunicación hacia la zona turística de playa del municipio. Es,

además, el principal camino de acceso y por ende comunicación de diferentes comunidades de esta zona con la cabecera municipal y departamental de Rivas

El proyecto inicia a 9.5 km de la ciudad de Tola, el tramo analizado en este estudio comprende una longitud de 5 Km cuya coordenada de inicio en sistema UTM – WGS 84 es ($X = 609654.443$, $Y = 1260407.100$) y su coordenada en el punto final del tramo es ($X = 606708.242$, $Y = 1264039.225$). En el mapa a continuación se puede observar la ubicación donde se desarrolla el proyecto.

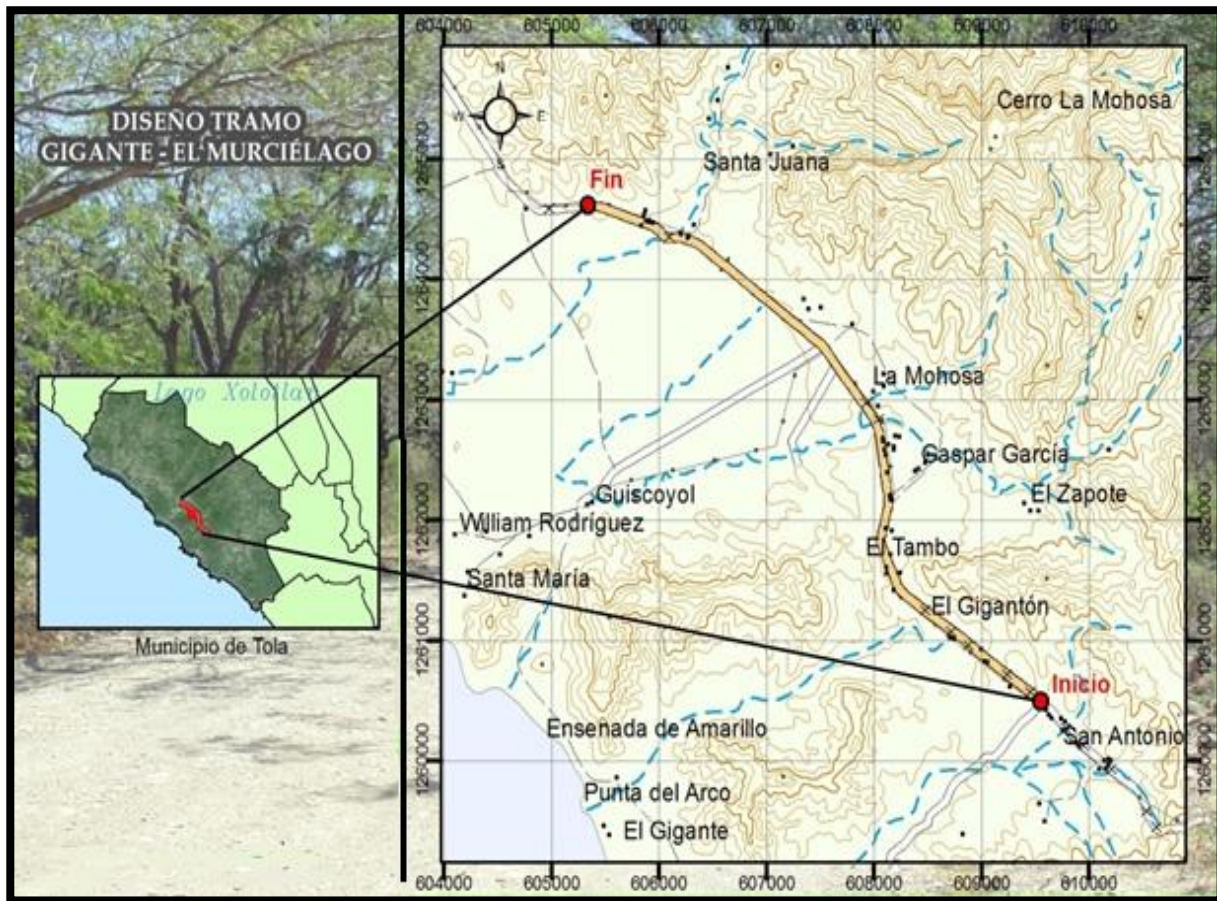
Mapa 2 Micro localización



Fuente: Google Earth

En los siguientes mapas, se muestra una ampliación al tramo y georreferenciado en las hojas topográficas número 3050 – III y 2950 – I, de acuerdo a nomenclatura proporcionada por índice de hojas topográficas obtenidas a partir de ortofoto por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER).

Mapa 3 Ubicación del proyecto en hojas topográficas



Fuente: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)

El tramo de camino en estudio parte de la ciudad de Tola y se enrumba, de manera general, con sentido norte - oeste comunicando comarcas, caseríos, poblados y zonas de desarrollo turístico existente en la zona del municipio de Tola.

Este camino, por comunicar zonas pobladas con la cabecera municipal, puede clasificarse funcionalmente como Colector Primario.

3.1.2.1. Acceso

El camino se encuentra en una zona de terrenos con características planas con ligeras ondulaciones y poco lomerío en su entorno por el lado nor-este. Por el lado sur-oeste del camino la topografía denota una planicie bastante extensa, característica de estas zonas del pacífico con proximidades al mar.

El inicio del tramo es el empalme que se muestra en la imagen de abajo, hacia la izquierda va hacia Playa Gigante, y siguiendo recto va en dirección a la comunidad Santa Juana, donde se ubica la quebrada El Murciélago

Fotografía 1 Inicio del tramo de 5 km empalme El Gigante – El Murciélago

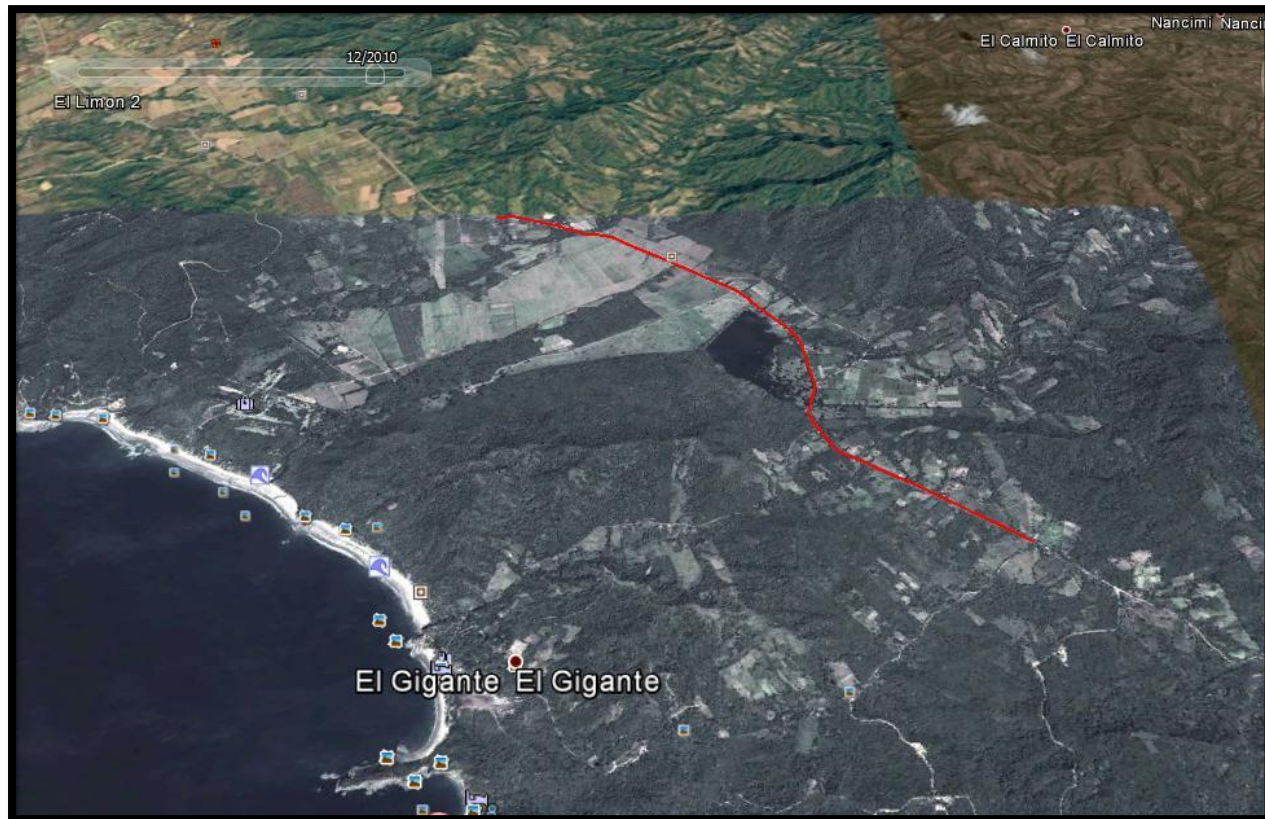


Fuente: Elaboración propia

3.1.2.2. Relieve

La Planimetría de la trayectoria del camino es bastante uniforme, el trazado geométrico es rectilíneo, con una curva suave después de los dos primeros kilómetros que enderezan hacia el nor-oeste en dirección al caserío Santa Juana, sitio que marca el fin del proyecto.

Mapa 4 Relieve de la zona del proyecto



Fuente: Google Earth

3.1.2.3. Altimetría

La altimetría es bastante regular, se observan muy pocas variaciones en las pendientes geométricas y solo en los primeros sectores del tramo se presentan algunas curvas verticales, pero con bajas pendientes.

3.1.2.4. Rodamiento

La superficie de rodamiento de la vía actual, se observa bien delimitada y definida, revestida con material granular bien compactada, lo cual es producto del proceso de mantenimiento que con frecuencia regular está siendo sometida por las autoridades edilicias del municipio de Tola. La conformación actual de la superficie de rodamiento y

las características geométricas de su trazado permite el desplazamiento de vehículos a velocidades de operación mayores a los 30 km por hora.

Fotografía 2 Fin del tramo de 5 km empalme El Gigante – El Murciélagu



Fuente: Elaboración propia

El derecho de vía es variable, fluctúa desde los 10.0 metros hasta los 20.0 metros, con un promedio de 12.0 metros en los sectores de menos población rural. El ancho de rodamiento también es variable entre 4.0 y 5.5 metros.

Como se afirmó esta vía es el principal acceso a toda la zona turística de playa del municipio, por lo tanto, en su borde están establecidas varias comunidades y a su vez es acceso a otras por caminos que empalman con la misma. Siendo el recorrido del proyecto 5 km, se encontraron dos comunidades en el borde, más dos que tienen acceso desde y únicamente a través de esta vía, una en el inicio del tramo y una al final.

De las dos que están en el borde, la comunidad de El Tambo es la más grande, tiene más población en el borde del área del proyecto, seguido por la comunidad El Murciélagos, (dentro de esta última se encuentra la comunidad de Santa Juana).

Debe destacarse que esta población es la más afectada en el momento de la construcción de la obra, pero, en el momento de puesta en operación serán los más beneficiados. Se debe mencionar entonces como afectados directos, al total de las comunidades dentro de las que se encuentra inmerso el proyecto. En la tabla a continuación se puede observar la cantidad de población de todas y cada una de las comunidades.

El camino se emplaza en una zona de alto potencial turístico y de inversión en desarrollos habitacionales. Ejemplo de ello es la inversión que realizan empresarios privados en todo el municipio de Tola y, principalmente, las inversiones en progreso sobre el camino que conduce a las playas del Pacífico, como es el caso del camino en estudio.

3.2. Tamaño del proyecto

Para el análisis del tamaño fue necesario la realización de un aforo vehicular⁴, el cual fue aplicado el 27 de agosto del año 2019, donde se puede observar que la concentración de vehículos livianos es el mayor tráfico, además se obtuvo un Transito Promedio Diario (TPD) de 554 vehículos.

3.2.1. Descripción de las características del tramo.

El proyecto consiste en la pavimentación de 5 kilómetros (kms) de carretera con adoquines de concreto en el tramo Empalme El Gigante- El Murciélagos ubicado en el municipio de Tola departamento de Rivas, en el cual se efectuarán las obras siguientes:

⁴ Ver Anexo 1: Formato de conteo volumétrico vehicular

De acuerdo a la finalidad del proyecto, especificaciones técnicas y las normas vigentes en el país, la calle objeto de estudio tendrá un ancho de 7 metros (mts), con un bombeo de 3%, una pendiente longitudinal máxima del 8% y una velocidad de circulación de 45 kilómetros por hora (kms/hrs). La superficie de rodamiento será de adoquín de 3500 PSI, sobre una base estabilizada con cemento de 18 centímetros (cms) de espesor y un colchón de arena de 5 centímetros (cms).

La carpeta de adoquines, la capa de material de arena y el espesor de la base suman un total de aproximadamente 33 centímetros (cms), lo cual corresponde al valor mínimo y se tuvo en cuenta para proyectar la rasante tomando como referencia el perfil del terreno natural sobre el cual se había proyectado la geometría planimétrica; debido a la irregularidad del terreno correspondiente a la superficie del camino, se utilizó una altura promedio de 30 centímetros (cms) de modo que permitió un ajuste de la terracería.

3.3. Ingeniería del proyecto

3.3.1. Levantamiento topográfico

Para conocer la topografía del terreno, fue necesario la realización de estudios topográficos de campo a partir de pares de puntos georreferenciado que se ubicaron en el inicio el proyecto, el primer par, a los 3.5 kilómetros (kms) del inicio se ubicó el siguiente par de GPS que se identificaron como 3 y 4 y en el caserío de El Murciélago se ubicaron los dos últimos GPS que se identificados 1 y 2.

Mapa 5 Ubicación de GPS

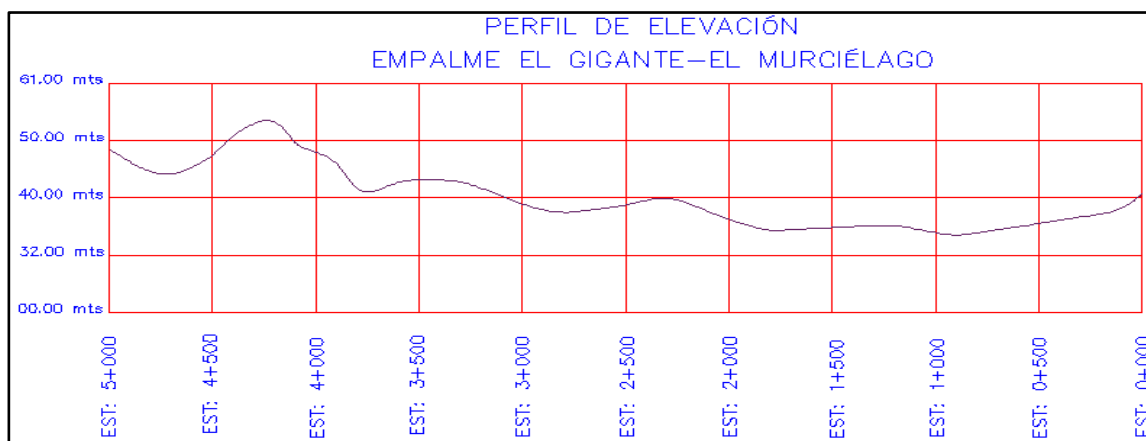


Fuente: Google Earth

El trazado del camino existente conserva un alineamiento con tangentes enlazadas por curvas horizontales, en muchos de los casos, de pequeños radios. Las longitudes de tangentes entre una y otra curva varían en longitud predominando las tangentes de longitudes pequeñas, aunque el camino también cuenta con tangentes de gran longitud.

El camino inicia en el empalme El Gigante y continúa sobre la carretera que comunica a centros turísticos sobre la carretera con nomenclatura NIC 62 y a aproximadamente 700 m de este inicio, existe un empalme del camino que comunica al poblado de El Gigante. Este trayecto del camino, está alojado sobre un terreno que cambia de topografía plana a ondulada y en algunos sitios, hasta montañosa. De ahí que, el camino se emplace sobre un terreno que aprovecha las curvas de nivel existentes para conservar un buen alineamiento vertical, a costa de sacrificar el alineamiento horizontal al permitirse la formación de muchas curvas circulares enlazadas con tangentes cortas. Recorrido el camino con este alineamiento, se nota de interés puesto que su sinuosidad obliga al usuario a permanecer atento y a prevenir cualquier situación de peligro que pudiese presentarse por la falta de visibilidad en muchos de los casos.

Ilustración 2 Perfil de elevación de terreno natural



Fuente: Elaboración propia

Se puede llegar a concluir que el camino aloja su longitud preferentemente en topografía plana, existiendo lugares donde la pendiente alcanza valores mayores del 3% pero sin llegar a las pendientes que caracterizan a topografías montañosas. Estas pendientes de carácter onduladas, cuentan con poca longitud que no sobrepasa los 100 m.

3.3.2. Estudio Geotécnico

En toda la línea del camino de aproximadamente 5 kilómetros (kms) de longitud, se realizaron los sondeos de línea a cada 100 metros, para un total de 50, extrayendo de ellos 180 muestras de los diferentes estratos encontrados.

Los sondeos consistieron en perforaciones manuales a cielo abierto, con dimensiones de 25 x 25 x 150 centímetros (cms) de profundidad, ubicados sobre el camino en forma alternada al centro y a ambos lados del eje del camino.

Las 180 muestras extraídas de los diferentes estratos de suelos, fueron sometidas a las pruebas correspondientes de laboratorio para ser analizadas y determinar las características y propiedades físicas de los suelos existentes.

En el siguiente detalle se indican los tipos de pruebas y la designación del método aplicado en el laboratorio en cada una de las muestras de suelos tomadas en la línea del camino del proyecto.

Tabla 20 Tipos de ensayos de laboratorio

Nº	Tipo de Ensaye	Designación Estándar de Ejecución
1	Granulometría	ASTM D-422
2	Límites de Atterberg	ASTM D-4318
3	Humedad Natural	ASTM D-2216
4	Clasificación H.R.B.	ASTM D-3282
5	CBR.	ASTM D-1883

Fuentes: Elaboración propia

Las características y propiedades de los diferentes tipos de suelos que predominan en la composición estratigráfica del subsuelo del camino en estudio se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 21 Característica de los suelos predominantes

Grupo de Unificaciones	Tipo de suelo	Granulometría, pasante tamiz %				LL %	IP%	CBR 95%
		3/4"	3/8"	N°4	N°200			
1	A2-6(0)	75-92	56-75	41-60	10-15	29-35	11-14	38
2	A7-6(6,9,11,12,16)	98-100	94-100	77-100	52-80	41-43	13-16	2
3	A7-6(8,10,13)	100	100	100	57-76	41-42	17	2
4	A7-6(19,22)	100	100	97-100	75-86	43-51	20-25	2
5	A2-4(0)	81-98	67-90	51-75	11-29	24-34	6-10	28
6	A6(2,3)	98-100	82-100	61-100	39-51	30-40	11-18	4
7	A6(6,7,8)	100	100	100	65-66	36-38	12-15	4
8	A6(9,10)	100	100	91-100	65-78	35-40	14-17	4
9	A4(2,3,4)	98-100	90-100	81-100	53-63	31-33	9-10	4
10	A4(6,7,8)	100	100	91-100	64-81	35-39	9-10	3
11	A1-a(0)	87	69	52	15	25	2	76
12	A1-b(0)	97	87	71	18	25	4	56
13	A7-5(31)	100	100	100	77	68	38	3

Fuentes: Elaboración propia

Los análisis indicaron que el suelo existente es bastante homogéneo y con buena consistencia en sus primeras capas hasta profundidades de 20 a 25 cm debajo del nivel de la superficie de rodamiento, lo cual es debido al proceso de mantenimiento con alguna frecuencia a que ha estado sometido el camino, para mantener su transitabilidad. Solamente en algunos pequeños tramos ese espesor consistente se ve reducido entre 10 y 15 cm.

3.3.3. Análisis hidrológico

Los estudios hidrológicos permiten determinar el caudal de diseño con que serán calculadas las estructuras que se instalarán en los pasos de corrientes, las cuales están en correspondencia con el tamaño y característica de la cuenca, su cubierta de suelo y la tormenta de diseño.

El método utilizado para determinar el caudal del diseño de una cuenca pequeña, es el método racional. Este método asume que el caudal máximo para un punto dado se alcanza cuando todas las partes del área tributaria están contribuyendo con su escorrentía superficial durante un periodo de precipitación máxima.

El método racional está representado por la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{C_p * I * A}{360}$$

Ecuación 11 Caudal de diseño

Dónde:

Q: caudal de diseño

I: intensidad de la lluvia en mm/hora para una duración igual al tiempo de concentración

A: área de drenaje de la subcuenca

Cp: coeficiente ponderado de escorrentía, adimensional.

El coeficiente de escorrentía ponderado (C_p) está dado por la siguiente relación:

$$C_p = \frac{\sum A_i * C_i}{A_T}$$

Ecuación 12 Coeficiente de escorrentía

Dónde:

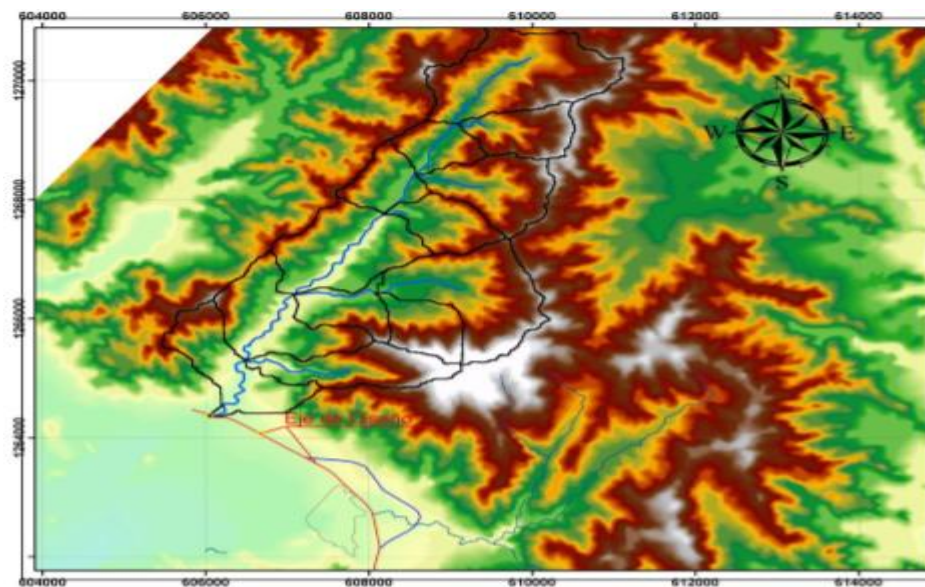
Ai: áreas parciales

Ci: coeficientes de los diferentes tipos de cubierta y pendiente

At: área total

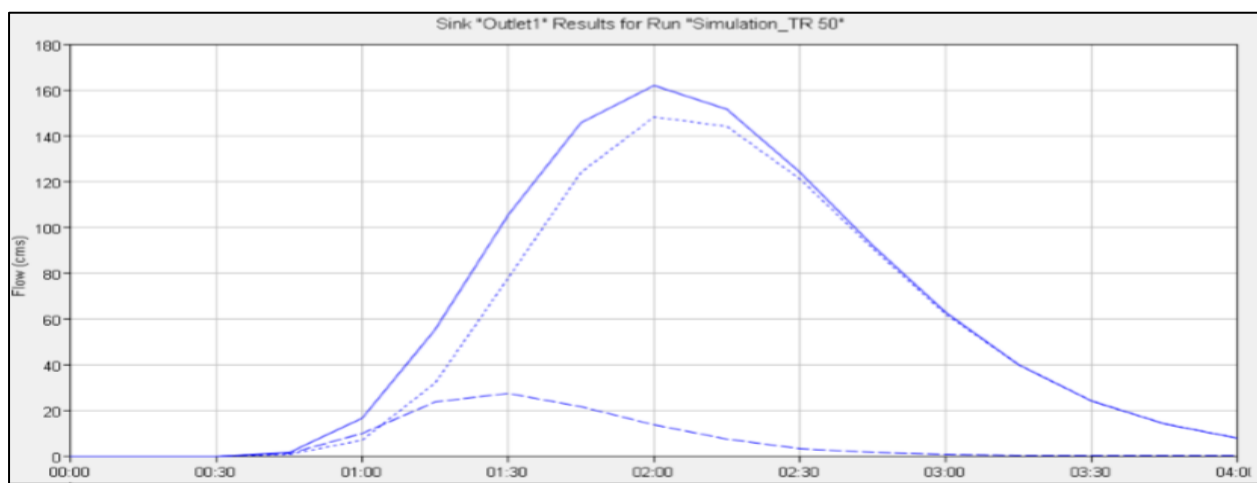
La quebrada El Murciélago tiene la cuenca hidrográfica con mayor área de 17.49 kilómetros cuadrados (km^2), que drenan al tramo de carretera. El caudal resultante para un periodo de retorno de 50 años es de 161.70 metros cúbicos por segundo (m^3/seg). Para este caudal se propuso una estructura de puente, que ha sido reformulada a caja puente, manteniendo las mismas características en cuanto a la sección hidráulica calculada.

Mapa 6 Cuenca El Murciélago



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3 Caudal de diseño



Fuente: Elaboración propia

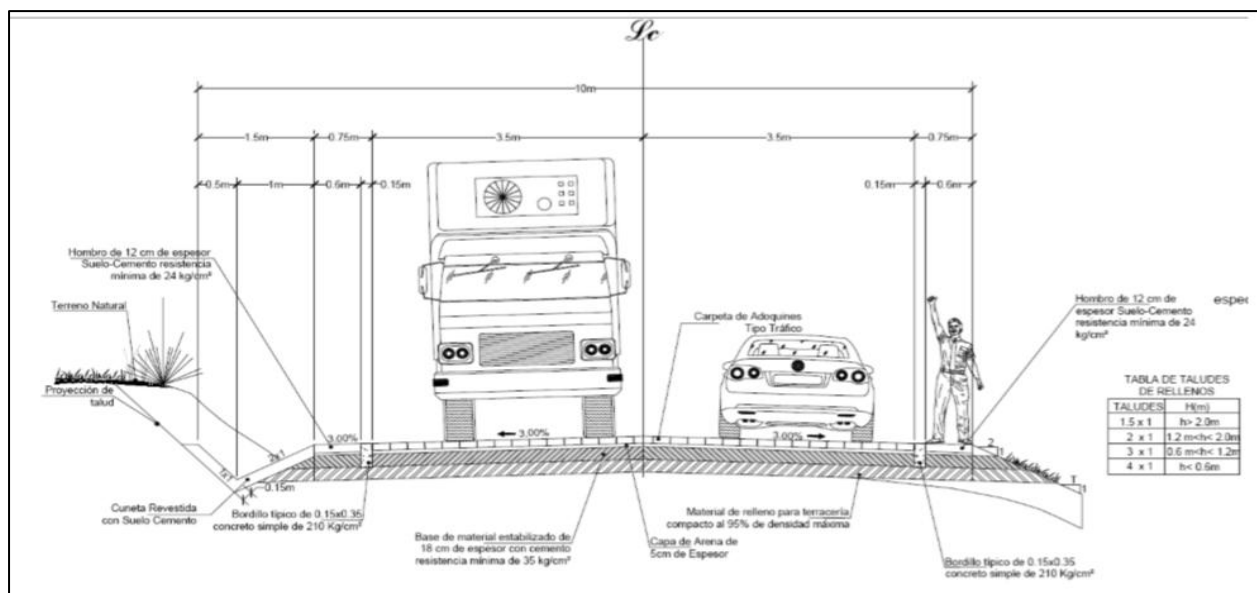
Para el drenaje menor se utiliza un tiempo de retorno de una lluvia de 25 años. Se propuso usar alcantarillas de cruce en forma circular en concreto reforzado con una cobertura mínima de 0.60 metros (mts) sobre la corona del tubo en el punto más desfavorable. En diferentes pasos de corriente, se propone el uso de cajas puente, usando la losa superior de rodamiento.

Se proponen alcantarillas de alivio en los tramos de la carretera donde el área de captación supera los 300 metros (mts) de longitud. En las calles de acceso a la carretera principal, también fueron colocadas alcantarillas de cruce para evitar áreas inundadas.

3.3.4. Diseño geométrico

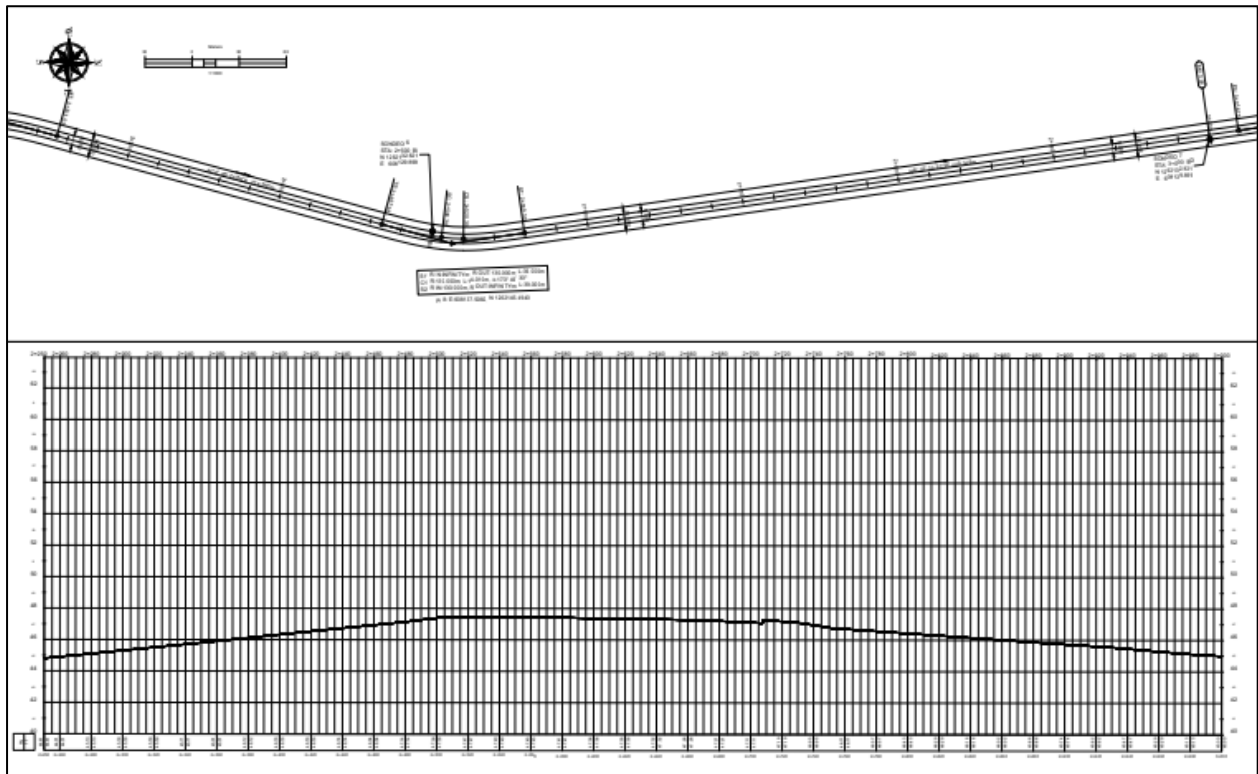
A continuación, se presenta la sección típica adoptada, así como sus características en una tabla resumen.

Ilustración 4 Sección típica



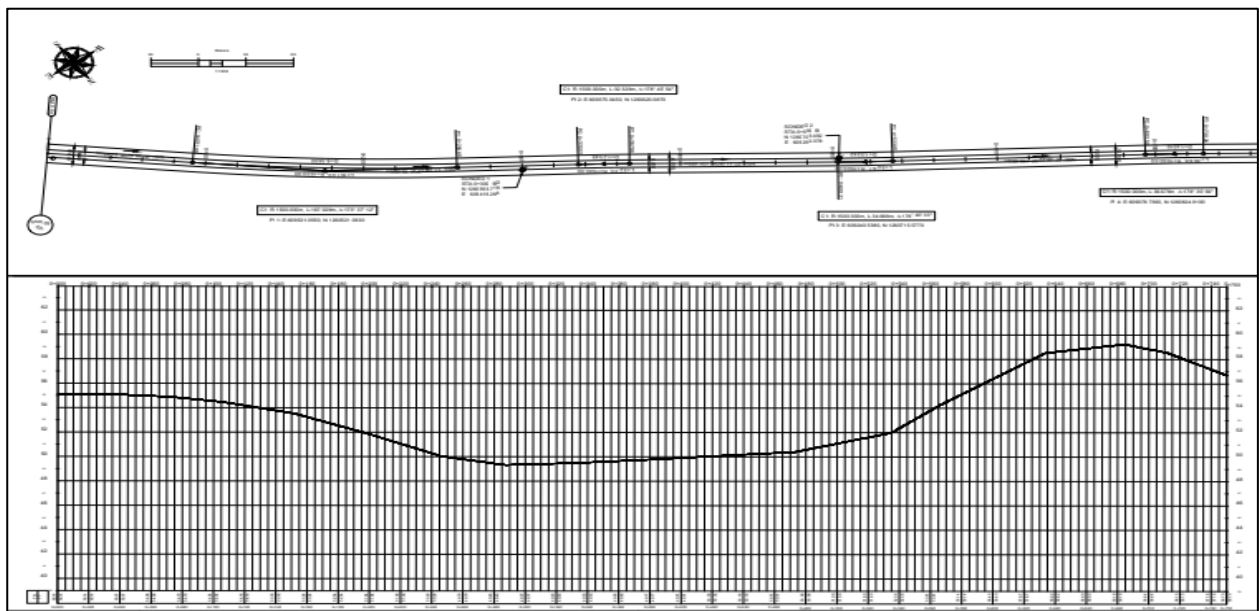
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 5 Planta perfil



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 6 Planta perfil



Fuente: Elaboración propia

Tabla 22 Características de la sección típica del tramo

Clasificación Funcional	CAMINO VECINAL		
Ancho del Derecho de Vía	ADV	M	30
Velocidad de Diseño	VD	KPH	50
Velocidad de Ruedo	VR	KPH	45
Vehículo de Proyecto	Veh.	Tipo.	Camión C2
Radio de Curvatura Mínimo	R _m	M	78
Grado de Curvatura Máximo	G _C	G. Min.	22°55'06"
Número de Carriles de Rodamiento	N _c	Unid.	2
Ancho Carril de Rodamiento	A _C	M	3.50
Ancho Total de Rodamiento	A _R	M	7.0
Ancho de Hombros	H _m	M	0.60
Ancho de Corona	A _C	M	8.20
Pendiente Transversal (Bombeo)	B	%	3
Pendiente del Hombro	H _m %	%	4
Sobreelevación Máxima (Peralte)	E _{max}	%	8
Pendiente Relativa	m _r	%	0.65
Pendiente Longitudinal Máxima	Pend%	%	8
Distancia entre P frontal y eje trasero (L)	L _{ee}	M	6.1
Distancia a Obstrucciones laterales	Offs.	M	1.2
Sobreelevación Máxima en Curvas Horiz	S _{max}	M	0.8
Sobreelevación Mínima en Curvas Horiz	S _{min}	M	0.25
Coeficiente de Fricción Lateral	f ₁	S/U	0.17
Longitud Mínima de Curva Vertical	CV _{min}	M	20
Distancia de Visibilidad de Parada (min)	DVP	M	40
Distancia de Visibilidad de Rebase	DVR	M	285
Distancia de Visibilidad Curv. Horiz	DVCH	M	**
Superficie-carpeta de Rodamiento	S _{rod.}	Tipo	Adoquín Tipo Tráfico
Carga de Diseño	C _d		HS-20-44+25%

Fuente: Elaboración propia

3.4. Descripción de las actividades de construcción

3.4.1.1. Equipos utilizados en el proyecto

Tabla 23 Equipos

Equipo	Cantidad
Tractor de cadena CAT D6R	2 unidad
Motoniveladora CAT 140H	2 unidad
Vibro-compactadora CAT CS 563 C	2 unidad
Excavadora 320B	1 unidad
Cargadora de ruedas CAT 914 G	2 unidad
Camión volquete de 10 m ³	8 unidad
Camión cisterna de 3000 gln	2 unidad
Compactadora Manual	3 unidad
Mezcladora de Hormigón	2 unidad

Fuente: Elaboración propia

3.4.1.2. Abra y destronque

A través del diseño vial se determinó la necesidad de ampliar el derecho de vía, para el caso especial de estos tramos y limitados por las obras existentes se determinó como un ancho de la vía de 9.77 metros, actualmente se cuenta con un ancho de rodamiento promedio de 6.00 metros, basados en lo anterior calculamos el área de este concepto de la siguiente manera:

Tabla 24 Abra y destronque

Longitud	6451.1
Ancho promedio actual	6
Área actual	38706.6
Longitud	6451.1
Ancho proyecto	10
Área proyecto	64511
Abra y destronque	2.58

Fuente: Elaboración propia

3.4.1.3. Excavación de la vía

Este volumen pertenece a lo que tradicionalmente se ha conocido como corte, se determinó por el método electrónico, utilizando el programa, asistente de AUTOCAD denominado Civil 3d Land Desktop 2009, que calcula volúmenes de corte y relleno introduciendo la sección típica en las secciones verticales del levantamiento topográfico.

El volumen de corte que se realizará en el proyecto no cumple con las especificaciones técnicas para rellenos y por tanto el volumen requerido para Construcción de Terraplenes que corresponde al material de terracería deberá ser cortado en banco de materiales y se cuantificará bajo el concepto de Préstamo no Clasificado.

El Volumen de Excavación en la Vía calculado para el proyecto es de 26,528.31 metros cúbicos (m^3).

3.4.1.4. Prestamos no clasificado

El volumen calculado para este Concepto de Obra corresponde al volumen calculado por el programa asistente de AUTOCAD denominado Civil 3d Land Desktop 2009, para el volumen de relleno establecido bajo el Concepto de Obra 203(9) Construcción de terraplenes, este volumen debe ser explotado en los bancos de préstamos estudiados por el laboratorio de suelo.

Todos los bancos de materiales se encuentran ubicados en el trayecto de la vía y a una distancia no mayor de 2.40 kilómetros (kms) de tiro. El volumen resultante es de 9,397.70 metros cúbicos (m^3).

3.4.1.5. Capa base de agregados

Este volumen pertenece a la colocación de la base de agregado tratado con cemento de graduación D, se calculó sobre la base del área de sección de adoquinado multiplicado por la longitud de la carretera, resultando un volumen de 8,717.86 metros cúbicos (m^3).

3.4.1.6. Pavimento de adoquines de concreto

Se toma en cuenta las curvas, los sobre anchos y la longitud de la carretera, otras áreas incluidas son la de los accesos a comunidades y barrios, resultando un área requeridas para ser adoquinada de 48,432.57 metros cuadrados (m^2).

3.4.1.7. Bordillo

Se utilizó bordillo de concreto de cemento de portland de 400 milímetros (mm) de altura, resultando una longitud total de 13,486.33 metros (m).

3.4.1.8. Excavación para estructuras

El volumen total de excavación para construir las cajas de concreto reforzado, resulto de 4,481.94 metros cúbicos (m^3).

3.4.1.9. Relleno para cimiento

Las obras de relleno para cimiento (suelo cemento) para reforzar el valor soporte del suelo debajo de las estructuras de las cajas de concreto reforzado a construir, resulto de 410.11 metros cúbicos (m^3).

3.4.1.10. Concreto estructural

El concreto utilizados tiene un $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$, empleado para construir las cajas de concreto reforzado y demás elementos de concreto en puentes, resultando con un volumen de 657.31 metros cúbicos (m^3).

3.4.1.11. Mampostería

Se empleo mampostería de piedra bruta con mortero, arena y cemento, resultando un volumen de 479.87 metros cúbicos (m^3).

3.4.1.12. Material de relleno para drenajes

El material de relleno para alcantarilla resulto de 512.45 metros cúbicos (m^3).

3.4.1.13. Revestimiento de cauce.

Resultado una longitud de revestimiento de 1410.0 metros (m), con un espesor de 12 centímetros (cm), este incluye las longitudes de cuneta de suelo cemento que están diseñadas en tramo de acuerdo a la sección típica.

3.5. Organización del proyecto

Debe establecerse la forma cómo la comunidad o las organizaciones reconocidas, van a participar o aportar recursos para el proyecto. Ello puede darse para la inversión propiamente como tal, mediante aportes de terrenos, materiales o mano de obra, o para la fase de operación, mediante aportes o trabajos para darse sustentabilidad al proyecto en los aspectos físicos, en el mantenimiento, en la vigilancia, en insumos operacionales o administrativos, entre otros.

Para el proyecto se puede gestionar la creación de un comité del barrio que se encargue del cuidado y mantenimiento de la obra de adoquinado de las calles del barrio.

3.5.1. Trabajo por administración

El sistema de trabajo y de pago se limitará:

- A trabajos contingentes no cubiertos por precios unitarios respecto a los cuales las partes contratantes no logren ponerse de acuerdo acerca de la compensación por medio de una suma global o de precios unitarios negociados.
- A trabajos cubiertos por una “Orden de Cambio”, en los que no se logre acuerdo en la negociación de precios unitarios.
- A trabajos efectuados por cambios en las condiciones, según se describió en el Artículo 105–02 de las CGC, en los que no se llegue a un acuerdo satisfactorio sobre una compensación basada en precios unitarios.

3.5.2. Institución dueña del proyecto

Es competencia de la Alcaldía Municipal de Tola, de acuerdo a la Ley No. 40 de la municipalidad, *“desarrollar proyectos de desarrollo urbano que benefician a los pobladores y visitantes, asimismo, es la encargada de coordinar la ejecución y funcionamiento del proyecto durante su vida útil”*.

3.5.3. Institución ejecutora

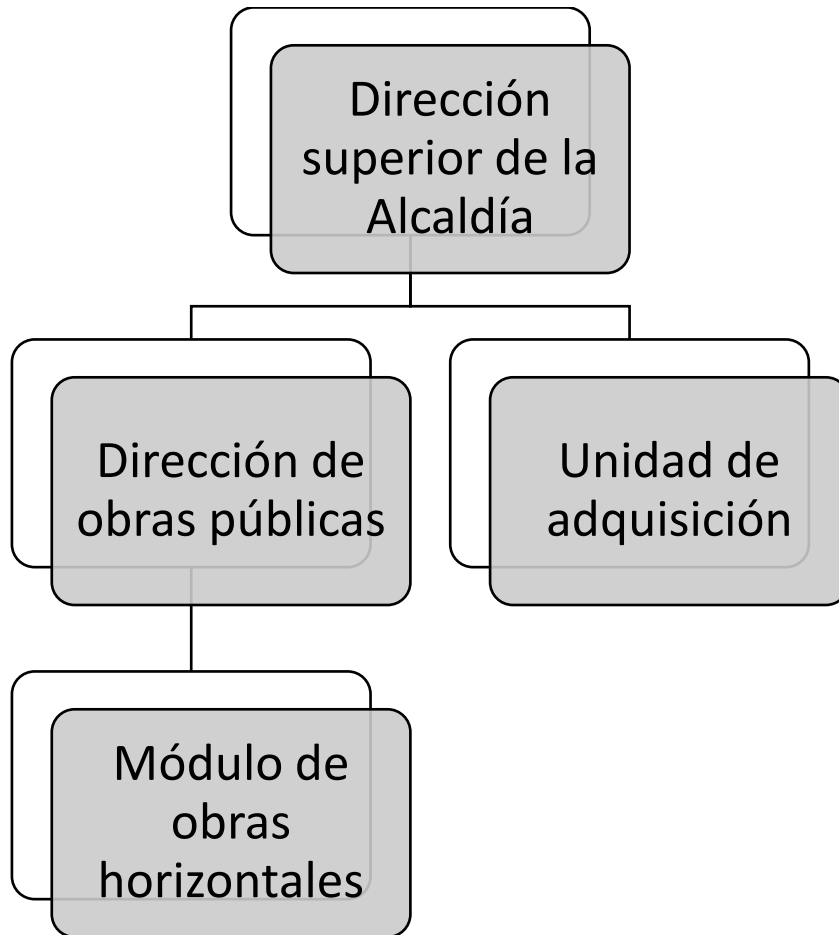
La Alcaldía Municipal de Tola es la institución que se encargará de decidir la forma de ejecución del proyecto.

Una alternativa es sub-contratar la ejecución del proyecto, mediante la realización de licitación pública a empresas dedicadas a la construcción de obras del municipio. Los requisitos para participar en la licitación son los siguientes:

- Constitución legal de la empresa.
- Curriculum vitae que contemple obras similares.
- Capacidad financiera y técnica.
- Fianza de cumplimiento de oferta.
- Licencia de operación del Ministerio de Infraestructura y Transporte (MTI).
- Inscripción en el Registro Central de Proveedores del Estado.
- Inscripción en el FISE.
- Presentación de oferta.

La institución ejecutora del proyecto será la encargada de velar porque se cumpla con los requisitos mencionados. Otra posibilidad de ejecución es que se desarrolle por la misma Alcaldía por medio del módulo de construcción de obras horizontales.

Gráfico 6 Organización para el proyecto ejecutado por la Alcaldía



Fuente: Elaboración propia

En este caso la Alcaldía debe asegurar la calidad del trabajo realizado.

CAPITULO 4: EVALUACIÓN SOCIOECONOMICA

En este acápite se incluye la estimación de costos de construcción y de mantenimiento de las obras del adoquinado de 5 kilómetros (kms) de carretera en la zona rural del municipio de Tola, departamento de Rivas.

Para la evaluación socioeconómica del proyecto, se utiliza un análisis de beneficio-costos. El análisis beneficio-costos tiene el fin de determinar la rentabilidad social del proyecto, a partir de la comparación de los beneficios sociales y costos sociales del proyecto, una vez identificados, medidos y valorados los beneficios y costos, se organizan en un flujo donde se calcula el VANE (Valor Actual Neto Económico), TIRE (Tasa Interna de Retorno Económica) y Relación Beneficio/Costo.

4.1. Inversión del proyecto

En la estimación de la inversión se contemplan los activos fijos en este caso la construcción de las obras.

4.1.1. Presupuesto

Se muestran los conceptos y volúmenes de obra que se estimaron en el proyecto tomando en consideración un ancho de rodamiento de las calles de 5 km.

4.1.1.1. Costos directos

La parte fundamental para la determinación del estimado de costo de construcción radicó en la estrategia y criterio técnico que en el aspecto constructivo se aplicó para establecer los costos unitarios (directos) y los costos indirectos, que a partir de la afectación de éstos sobre los costos unitarios directos, se establecieron los precios unitarios de venta.

Tabla 25 Costos directos

CODIGO	CONCEPTO DE OBRA	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL (C\$)
	TRABAJOS POR ADMINISTRACION				383,371.53
110.06	Trabajos por Administración	Glb	1	383371.53	383,371.53
	MOVIMIENTO DE TIERRA				12,989,139.60
110.09	Movilización	Glb	1	167533.63	167,533.63
201(1)	Abra y Destronque	Ha	2.58	31022.41	80,037.82
203 (1)	Excavación en la Vía	M³	26528.31	148.20	3,931,495.54
203 (3)	Préstamo No Clasificado	M³	31305.78	148.65	4,653,604.20
203 (9)	Construcción de Terraplenes	M³	31305.78	132.77	4,156,468.41
	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO				44,856,474.50
304 (2)	Capa de Base Agregados Tratados con Cemento, Graduación D	M³	8717.86	983.56	8,574,538.38
502 (1)	Pavimento de Adoquines de Concreto	M²	48432.57	540.26	26,166,168.19
905 (1)	Bordillo de Concreto de Cemento Portland de 400 mm de Altura	M	13486.33	487.23	6,570,944.56
913 (3)	Cuña de Bordillo con Revestimiento de Cauces Tipo VII, Espesor de 12 cm	M²	10897.76	325.28	3,544,823.37
	DRENAJE MENOR				15,702,386.57
207 (1)	Excavación para estructuras	M³	4481.94	46.43	208,096.47
207 (3)	Relleno para Cimientos (Suelo Cemento)	m³	410.11	1505.09	617,252.46
602(3B)	Concreto Estructural para Elementos Estructurales de Puentes; f'c = 280 Kg/cm²	m3	657.31	9201.37	6,048,152.51
604(1A)	Acero de Refuerzo Grado 60	Kg	107560.42	43.93	4,724,855.61
608 (5)	Mampostería de Piedra Bruta con Mortero Arena - Cemento.	M³	479.87	2884.49	1,384,180.22
701 (1)	Tubería C.R. de 107 cms de diámetro, clase II	M	208	5450.71	1,133,747.73
701 (1A)	Tubería C.R. de 183 cms de diámetro, clase II	M	36	13026.11	468,939.90
701 (18)	Material de Relleno de Alcantarillas	M³	512.45	208.07	106,625.47
910 (5)	Zampeado con Mortero Clase 1	M³	85	2812.74	239,082.90
913 (2)	Revestimiento de Cauces Tipo VII, Espesor de 15 cm	M	1410	547.13	771,453.30
	SEÑALIZACIÓN				1,087,238.64
801(7B)	Postes Delineadores	C/U	84	2782.75	233,751.00

CODIGO	CONCEPTO DE OBRA	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL (C\$)
801(8A)	Señales, Tablero de 100 cms x 30 cms, Laminado Tipo II	C/U	2	2073.81	4,147.62
801(8B)	Señales, Tablero de 61 cms x 61 cms, Laminado Tipo II	C/U	36	2610.12	93,964.32
801(8C)	Señales, Tablero de 75 cms x 60 cms, Laminado Tipo II	C/U	4	3319.84	13,279.36
801 (8D)	Señales, Tablero de 120 cms x 60 cms, Laminado Tipo II	C/U	4	5058.46	20,233.84
801 (8F)	Señales, Tablero de 240 cms x 40 cms, Laminado Tipo II	C/U	3	6610.03	19,830.09
801 (8J)	Señales, Tablero de 46 cms x 71 cms, Laminado Tipo II	C/U	16	2316.00	37,056.00
801 (8M)	Señales, Tablero de 240 cms x 91 cms, Laminado Tipo II	C/U	12	14522.36	174,268.32
802 (1)	Marcas de Pavimento Tipo C	M	6330.1	63.60	402,594.36
802 (2)	Marcas de Pavimento Tipo C	M ²	140.47	185.61	26,072.64
914 (4)	Postes Guías (Fantasmas)	C/U	84	695.06	58,385.04
914 (6)	Postes de Kilometraje	C/U	5	731.21	3,656.05
	OBRAS AMBIENTALES				1,979,508.60
901 (4A)	Caseta de Parada de Buses	C/U	12	164959.05	1,979,508.60
	Sub-Total Sin Impuestos				76,998,119.44

Fuente: Elaboración propia

En la tabla siguiente se presentan los estimados de los costos directos de construcción del proyecto, en el cual resulta un monto de C\$ 76,998,119.44 córdobas sin afectaciones por el IVA.

4.1.1.2. Costos indirectos

Para calcular los costos indirectos se elaboró una tabla de cálculo que se presenta a continuación:

Tabla 26 Costos indirectos

ETA PA	SU B ET AP A	DESCRIPCION	UNIDAD	TIE MPO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL RUBRO
900		GASTOS GENERALES						1,392,600.28
	01	GASTOS DE OFERTA						
		Planos y Especificaciones	GLB		1	10,000.00	10,000.00	

ETA PA	SU B ET AP A	DESCRIPCION	UNI DAD	TIE MPO	CANTIDAD	COSTO UNITARI O	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL RUBRO
		Documentos adicionales	GLB				-	
		Elaboración de Take Off	GLB			12,000.00	-	
		Elaboración de Presupuesto	GLB		1	12,000.00	12,000.00	
		Papelería y Útiles de oficina	GLB		1	3,500.00	3,500.00	
		Fotocopias			1250	0.75	937.50	
		Copias de Planos					-	
		Planificación					-	
		Protocolización del Contrato	GLB		1	10,000.00	10,000.00	
	02	FIANZAS		PORCE N				
		Valor del Contrato sin impuestos			116640529.1			
		2	GLB	3.00%	3499215.87	0.015	52,488.24	
		Cumplimiento	GLB	10.00%	11664052.91	0.02	233,281.06	
		Fianza de adelanto	GLB	20.00%	23328105.81	0.03	699,843.17	
		Fianza Vicios Ocultos	GLB	5.00%	5832026.45	0.015	87,480.40	
		Fianza de pago	GLB	10.00%	11664052.91	0.02	233,281.06	
	03	SEGUROS						
		Contra todo riesgo			259591	0.03	7,787.73	
		Responsabilidad			129795.5	0.03	3,893.87	
		Accidentes de trabajo			103836.4	0.03	3,115.09	
		Daños a la Obra			1166405.29	0.03	34,992.16	
		Sobre vehículos y/o equipos						
910		GASTOS DE OPERACIÓN						3,501,230.64
	01	HERRAMIENTAS						
		Herramientas p/ Estruc de Conc.	MES	6.00	1	2,500.00	15,000.00	
		Herramientas p/ Estruc. Metálica	MES					
		Herramientas p/ Madera	MES					
		Palas, Piochas, Barras, Barras de Uñas	MES	6.00	1	2,500.00	15,000.00	
		Cinceles, Piquetas, Mazos, Puyas	MES	6.00	1	2,500.00	15,000.00	
		Carretillas, Barriles	MES	6.00	1	2,500.00	15,000.00	
		Andamio	MES				-	
		Equipo de Seguridad	MES					
	02	EQUIPO LIVIANO						
		Mezcladora	MES	6.00	4	27,257.06	654,169.44	
		Vibrador de Gasolina	MES	6.00	4	19,469.33	467,263.92	

ETA PA	SU B ET AP A	DESCRIPCION	UNI DAD	TIE MPO	CANTIDAD	COSTO UNITARI O	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL RUBRO
		Vibro compactadora manual	MES	6.00	4	19,469.33	467,263.92	
		Planta Eléctrica	MES	6.00	2	35,044.79	420,537.48	
		Vibrador Eléctrico	MES	6.00	4	19,469.33	467,263.92	
		Equipo de Estruc. Metálica		6.00				
		Cortadora de Hierro	MES	6.00			-	
		Cortadora de Ladrillo	MES	6.00			-	
		Camioneta(s)	MES	6.00	2	46,726.38	560,716.56	
		Camioncito	MES	6.00				
		Camión(es)	MES	6.00				
		Boogie	MES	6.00				
	03	COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES						
		Mezcladora	MES	6.00	2	10,257.00	123,084.00	
		Vibrador de Gasolina	MES	6.00	1	5,128.50	30,771.00	
		Vibrocompactadora manual		6.00	2	10,257.00	123,084.00	
		Planta Eléctrica	MES	6.00	1	10,257.00	61,542.00	
		Camioneta	MES	6.00	2	5,461.20	65,534.40	
920		GASTOS INICIALES						234,200.00
	01	Construcciones Provisionales	M2		60	1,920.00	115,200.00	
	02	Polines de madera	M2				-	
	03	Cercas perimetrales	MI					
	04	Mobiliario de Ofic.de Const. Provis.	C/U				-	
	05	Rótulos del Proyecto	C/U	1.00	2	18,500.00	37,000.00	
	06	Equipo Oficina de Campo	C/U				-	
	07	Camas y Colchones	C/U	1.00	60	400.00	24,000.00	
	08	Servicios Sanitarios	Glb	1.00	4	5,250.00	21,000.00	
	09	Contenedor	Glb					
	10	Vestidor	M2					
	11	SERVICIOS PUBLICOS						
		Conexión Agua potable	GLB	1.00	2	1,500.00	3,000.00	
		Consumo de Agua	MES	6.00	2	450.00	5,400.00	
		Conexión Eléctrica provisional	GLB	1.00	1	2,500.00	2,500.00	
		Consumo de Energía	MES	6.00	2	650.00	7,800.00	
		Comunicación	GLB	6.00	1	800.00	4,800.00	
	12	BOTIQUIN DE CAMPO						
		Inicial	C/U	2.00	2	1,250.00	5,000.00	

ETA PA	SU B ET AP A	DESCRIPCION	UNI DAD	TIE MPO	CANTIDAD	COSTO UNITARI O	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL RUBRO
		Reposición	C/U	5.00	2	850.00	8,500.00	
930		PAPELERIA DE CAMPO						9,000.00
	01	Papelería de campo	MES	6.00	1	1,500.00	9,000.00	
	02	Planos de Construcción	JGO				-	
	03	Especificaciones y Doc. de Contrato						
	04	Papelería (Formatos del Dueño)						
940		SALARIO ADMON DE CAMPO						1,540,127.12
	01	Ingeniero Residente	MES	6.00	1	38,938.65	233,631.90	
	02	Ingeniero Asistente Calculista	MES	6.00	1	15,575.46	93,452.76	
	03	Maestro de Obras	MES	6.00	2	11,681.60	140,179.20	
	04	Fiscal	MES	6.00	1	6,489.78	38,938.68	
	05	Bodeguero	MES	6.00	1	5,711.00	34,266.00	
	06	Conductor	MES	6.00	2	5,399.49	64,793.88	
	07	Vigilante Nocturno	MES	6.00	1	5,399.49	32,396.94	
	08	Vigilante Diurno	MES	6.00	1	5,399.49	32,396.94	
	09	Vigilante Fin de Semana	MES	6.00		5,399.49	-	
	10	Mecánico	MES	6.00	1	7,268.55	43,611.30	
	11	Electricista	MES	6.00	1	7,268.55	43,611.30	
	12	Llantero	MES	6.00	1	7,268.55	43,611.30	
	13	Ayudante(s)	MES	6.00	4	5,399.49	129,587.76	
	14	Prestaciones Sociales (65.52%)	GLB				609,649.16	
950		SERVICIOS PROFESIONALES						1,032,147.60
	01	Pruebas de Compactación	C/U	1.00	180	300.00	54,000.00	
	02	Pruebas de Concreto	C/U	1.00	120	350.00	42,000.00	
	03	Pruebas de Acero	C/U	1.00	3	540.00	1,620.00	
	04	Laboratorio de Suelos	MES	6.00	1	62,301.84	373,811.04	
	05	Topografía	MES	6.00	1	93,452.76	560,716.56	
	06	Diseño de concreto						
	07	Otros						
960		VIATICOS Y TRANSP. PERS.						947,765.10
	01	HOSPEDAJE						
		Alquiler de Casa	MES	6.00	1	4,672.64	28,035.84	
		Consumo de Agua (casa)	MES	6.00	1	519.18	3,115.08	
		Consumo de Elect.(casa)	MES	6.00	1	519.18	3,115.08	

ETA PA	SU B ET AP A	DESCRIPCION	UNI DAD	TIE MPO	CANTIDAD	COSTO UNITARI O	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL RUBRO
	02	ALIMENTACION						
		Ing. Residente	MES	6.00	2	6,000.00	72,000.00	
		Maestro de Obras	MES	6.00	2	4,500.00	54,000.00	
		Bodeguero/Fiscal/Kardista	MES	6.00	2	4,500.00	54,000.00	
		Armadores	MES			4,500.00	-	
		Albañiles	MES			4,500.00	-	
		Carpinteros	MES			4,500.00	-	
		Mecánico	MES	6.00	1	4,500.00	27,000.00	
		Electricistas	MES	6.00	1	4,500.00	27,000.00	
		Llantero	MES	6.00	1	4,500.00	27,000.00	
		Conductor	MES	6.00	1	4,500.00	27,000.00	
		Operadores de Equipo	MES	6.00	19	4,500.00	513,000.00	
		Ayudantes	MES	6.00	4	4,500.00	108,000.00	
		Pagador(es)	MES	6.00	0.0333	4,500.00	899.10	
	03	PASAJES						
		Ing. Residente	MES	6.00		300.00	-	
		Maestro de Obras	MES	6.00		300.00	-	
		Bodeguero/Fiscal/Kardista	MES	6.00		300.00	-	
		Armadores	MES	6.00		300.00	-	
		Albañiles	MES	6.00		300.00	-	
		Carpinteros	MES	6.00		300.00	-	
		Fontaneros	MES	6.00		300.00	-	
		Electricistas	MES	6.00		300.00	-	
		Soldadores	MES	6.00		300.00	-	
		Choferes	MES	6.00	2	300.00	3,600.00	
		Ayudantes	MES	6.00			-	
		Pagador(es)	MES	6.00		200.00	-	
		Camión	VIAJE				-	
970		DAÑOS POR LLUVIA					-	
980		SEÑALAMIENTO PREVENTIVO					-	
990		IMPREVISTOS						
	01	Errores de Diseño y/o Construcción	Glb					
		Rótulos de señalización de tránsito	C/U		30	9,500.00	285,000.00	285,000.00
		Desvíos	MI		400	250.00	100,000.00	100,000.00
		Riego en Acceso a Bancos	Hrs		120	214.72	25,766.40	25,766.40

ETA PA	SU B ET AP A	DESCRIPCION	UNI DAD	TIE MPO	CANTIDAD	COSTO UNITARI O	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL RUBRO
		Movilización y desmovilización	Glb		1	30,000.00	30,000.00	30,000.00
		TOTAL						9,097,837.14

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27 Costos totales

DESCRIPCIÓN	Costo (C\$)
Costo Total Directo	76,998,119.44
Costos Indirectos	9,097,837.14
Gastos Administrativos	6,887,676.53
Costo Total	92,983,633.11

Fuente: Elaboración propia

Para la obtención de los gastos administrativos se aplicó un porcentaje del 8% de la sumatoria total de los costos totales directos e indirectos. Obteniendo un costo total del proyecto de C\$ 92,983,633.11 córdobas.

4.1.1.3. Costos de mantenimientos

En base a la estrategia de mantenimiento definida para cada una de las alternativas de construcción y además de definir un esquema de mantenimiento para la opción con proyecto, se procedió a elaborar los costos de mantenimiento. A continuación, se presenta cuadro con detalles de costos de mantenimiento para cada periodo.

Tabla 28 Costos de mantenimiento con proyecto

Tipo de mantenimiento	Costo Total
Aplicar una vez cada año	
Movilización	C\$ 138,195.63
Limpieza de alcantarillas y cajas	C\$ 3,353.33
Limpieza de cunetas	C\$ 123,364.32
Reforzamiento de cuña	C\$ 335,734.93
Reparación de bordillos	C\$ 64,687.50
Totales	C\$ 665,335.71
Aplicar cada tres año	
Reparación área de adoquinado	C\$ 1,962,372.00
Reparación de mampostería	C\$ 222,088.13

Tipo de mantenimiento	Costo Total
Reparación de cuneta	C\$ 346,987.50
Reposición de base	C\$ 850,433.08
Reposición de caliche de adoquinado	C\$ 864,417.53
Totales	C\$ 4,246,298.2
Reparación Mayor a los 10 años	
Capa de base agregados tratados con cemento, Graduación D	C\$ 1,754,937.28
Totales	C\$ 1,754,937.28

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Inversión diferida

La inversión diferida se refiere a los gastos necesarios para que el proyecto se inicie, entre estos se consideran los gastos de formulación y supervisión del proyecto correspondientes a un 4 % de los costos totales (C\$ 92,983,633.1) córdobas que incluye los costos directos, costos indirectos y gastos administrativos, que es un porcentaje recomendado por el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA).

Tabla 29 Inversión diferida

Descripción	Costo en C\$
Formulación del proyecto	3,719,345.324
Supervisión del proyecto	3,719,345.324
Total	7,438,690.648

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Inversión total

La inversión total contempla los costos totales de la obra más la inversión diferida necesarios para que el proyecto se desarrolle.

Tabla 30 Inversión total

Descripción	Monto
Costo Total	C\$92,983,633.10
Activo diferido	C\$7,438,690.65
Total General	C\$100,422,323.75

Fuente: Elaboración propia

4.2. Costo de operación

Los costos de operación del proyecto están referidos a los costos de mantenimiento que llevará consigo la puesta en funcionamiento de la obra una vez que se encuentre culminada y en funcionamiento.

Se presenta una tabla resumen de los resultados, ya que en el capítulo anterior se detallaron las actividades y costos de operación del proyecto⁵.

Tabla 31 Resumen de los costos de mantenimiento

Año	Costo por cada año	Costo por cada 3 años	Costo por cada 10 años	Total
2020	C\$ 665,335.71			C\$ 665,335.71
2021	C\$ 665,335.71			C\$ 665,335.71
2022	C\$ 665,335.71	C\$ 4,246,298.24		C\$ 4,911,633.95
2023	C\$ 665,335.71			C\$ 665,335.71
2024	C\$ 665,335.71			C\$ 665,335.71
2025	C\$ 665,335.71	C\$ 4,246,298.24		C\$ 4,911,633.95
2026	C\$ 665,335.71			C\$ 665,335.71
2027	C\$ 665,335.71			C\$ 665,335.71
2028	C\$ 665,335.71	C\$ 4,246,298.24		C\$ 4,911,633.95
2029	C\$ 665,335.71		C\$ 1,754,937.28	C\$ 2,420,272.99
2030	C\$ 665,335.71			C\$ 665,335.71
2031	C\$ 665,335.71	C\$ 4,246,298.24		C\$ 4,911,633.95
2032	C\$ 665,335.71			C\$ 665,335.71
2033	C\$ 665,335.71			C\$ 665,335.71
2034	C\$ 665,335.71	C\$ 4,246,298.24		C\$ 4,911,633.95
2035	C\$ 665,335.71			C\$ 665,335.71

⁵ Ver Tabla 24 Costos de mantenimiento con proyecto

Año	Costo por cada año	Costo por cada 3 años	Costo por cada 10 años	Total
2036	C\$ 665,335.71			C\$ 665,335.71
2037	C\$ 665,335.71	C\$ 4,246,298.24		C\$ 4,911,633.95
2038	C\$ 665,335.71			C\$ 665,335.71
2039	C\$ 665,335.71		C\$ 1,754,937.28	C\$ 2,420,272.99

Fuente: Elaboración propia

4.3. Beneficios del proyecto

4.3.1. Ahorro por disminución de enfermedades

El ahorro se determina considerando los gastos evitados al haber menos habitantes enfermos, aquí se considera un ahorro de 60 % en el número de casos y por tanto de los gastos incurridos.

Se toman los datos de enfermedades proporcionadas por el SILAIS Rivas para el año 2018 y estos se proyectan para determinar su ahorro a través del tiempo.

Tabla 32 Calculo del ahorro por gasto de enfermedades

Descripción	Casos	Gastos por enfermedades	Ahorro	Ahorro total
Enfermedades respiratorias	180	C\$350.00	60%	C\$37,800.00
Enfermedades diarreicas	46	C\$380.00	60%	C\$10,488.00
Dengue	18	C\$450.00	60%	C\$4,860.00
Total	244			C\$53,148.00

Fuente: SILAS, Rivas

Si se considera un crecimiento de 3.5% de la población y por tanto de los beneficios, el flujo para los próximos veinte años es el que se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla 33 Proyección de los beneficios por ahorro de enfermedades

Año	Monto
2020	C\$55,008.18
2021	C\$56,933.47
2022	C\$58,926.14
2023	C\$60,988.55
2024	C\$63,123.15
2025	C\$65,332.46
2026	C\$67,619.10
2027	C\$69,985.77
2028	C\$72,435.27
2029	C\$74,970.50
2030	C\$77,594.47
2031	C\$80,310.28
2032	C\$83,121.14
2033	C\$86,030.38
2034	C\$89,041.44
2035	C\$92,157.89
2036	C\$95,383.42
2037	C\$98,721.84
2038	C\$102,177.10
2039	C\$105,753.30

Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Aumento del valor de las viviendas

Existe un beneficio derivado del aumento del valor de las viviendas por el mejoramiento de las calles. Se contabilizan 61 viviendas que serán beneficiadas directamente por el proyecto, que están localizadas a ambos lados de las vías a adoquinar.

El valor unitario de viviendas fue proporcionado por la Cámara Nicaragüense de Corredores de Bienes y Raíces (CANIBIR), que estima que el valor promedio de las propiedades de la zona es de \$58,812.5 dólares americanos, esto debido a que estas zonas son altamente turísticas.

Tabla 34 Plusvalía de viviendas

Descripción	Unidad	Monto
Nº De viviendas beneficiadas	unidad	61
Valor unitario promedio	C\$	1,970,218.75
Valor total	C\$	120,183,343.8
Incremento de valor	%	30%
Nuevo valor de las propiedades	C\$	156,238,346.9
Incremento de valor	C\$	36,055,003.13

Fuente: Elaboración propia

En la tabla de resultados, se obtuvo un incremento de valor de las propiedades de (C\$ 36,055,003.13) córdobas, en donde el valor unitario promedio vivienda es de (C\$1,970,218.75) córdobas y el incremento del valor es del 30% para la zona costeras de Tola según la Cámara Nicaragüense de Corredores de Bienes y Raíces (CANIBIR).

4.3.3. Ahorro por gasto en deterioro del parque vehicular

Para realizar una determinación aproximada del ahorro en el gasto por deterioro del vehículo que se produce por una calle en buen estado. Para todos los vehículos se consideró una vida útil de 5 años de los que resulta un valor anual de depreciación de 20 %, este valor se obtuvo según el artículo 34 del reglamento de la ley 822 (ley de concertación tributaria). También se tomó como precio promedio \$3000 dólares americanos que corresponde a un vehículo liviano. Se atribuyó un ahorro de 12 % anual como un valor aproximado asignado al tránsito del camino. Este valor es aproximado considerando que de todo su recorrido anual el vehículo transitará 12% en el tramo de carretera, a continuación, se muestra su cálculo.

Ilustración 7 Tramo de carretera



Fuente: Elaboración propia

$$\% \text{ de ahorro por gasto en deterioro del parque vehicular} = \frac{5 \text{ km}}{41 \text{ km}} \times 100 = 12.1 \approx 12\%$$

Para el cálculo de la depreciación anual de vehículos, se considera la cantidad de vehículos por años según el TPDA proyectado, el flujo para los próximos veinte años es el que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 35 Ahorro en depreciación anual de vehículos

Año	Vehículos por año (según TPDA proyectado)	Depreciación anual de vehículos en C\$	Ahorro del 12%
1	198183	C\$3,983,485,465.65	C\$478,018,255.88
2	204188	C\$4,104,185,075.26	C\$492,502,209.03
3	210375	C\$4,228,541,883.04	C\$507,425,025.96
4	216750	C\$4,356,666,702.10	C\$522,800,004.25
5	223317	C\$4,488,673,703.17	C\$538,640,844.38
6	230084	C\$4,624,680,516.38	C\$554,961,661.97
7	237055	C\$4,764,808,336.02	C\$571,777,000.32
8	244238	C\$4,909,182,028.60	C\$589,101,843.43
9	251638	C\$5,057,930,244.07	C\$606,951,629.29
10	259263	C\$5,211,185,530.46	C\$625,342,263.66
11	267119	C\$5,369,084,452.04	C\$644,290,134.24
12	275212	C\$5,531,767,710.93	C\$663,812,125.31
13	283551	C\$5,699,380,272.58	C\$683,925,632.71
14	292143	C\$5,872,071,494.83	C\$704,648,579.38
15	300995	C\$6,049,995,261.13	C\$725,999,431.34
16	310115	C\$6,233,310,117.54	C\$747,997,214.10
17	319511	C\$6,422,179,414.10	C\$770,661,529.69
18	329193	C\$6,616,771,450.35	C\$794,012,574.04
19	339167	C\$6,817,259,625.30	C\$818,071,155.04
20	349444	C\$7,023,822,591.94	C\$842,858,711.03

Fuente: Elaboración propia

4.3.4. Beneficios totales

Los beneficios totales del proyecto es la suma de los beneficios individuales considerados en el análisis.

Tabla 36 Flujo de beneficios

Año	Ahorro por plusvalía	Ahorro en los gastos por enfermedades	Ahorro en depreciación de vehículos
2020	C\$36,055,003.13	C\$55,008.18	C\$478,018,255.88
2021		C\$56,933.47	C\$492,502,209.03
2022		C\$58,926.14	C\$507,425,025.96
2023		C\$60,988.55	C\$522,800,004.25
2024		C\$63,123.15	C\$538,640,844.38
2025		C\$65,332.46	C\$554,961,661.97
2026		C\$67,619.10	C\$571,777,000.32
2027		C\$69,985.77	C\$589,101,843.43
2028		C\$72,435.27	C\$606,951,629.29
2029		C\$74,970.50	C\$625,342,263.66
2030		C\$77,594.47	C\$644,290,134.24
2031		C\$80,310.28	C\$663,812,125.31
2032		C\$83,121.14	C\$683,925,632.71
2033		C\$86,030.38	C\$704,648,579.38
2034		C\$89,041.44	C\$725,999,431.34
2035		C\$92,157.89	C\$747,997,214.10
2036		C\$95,383.42	C\$770,661,529.69
2037		C\$98,721.84	C\$794,012,574.04
2038		C\$102,177.10	C\$818,071,155.04
2039		C\$105,753.30	C\$842,858,711.03

Fuente: Elaboración propia

4.4. Corrección por factor de mano de obra

En Nicaragua el factor social de corrección de la mano de obra es de 0.82⁶, multiplicando este factor por el costo total de construcción de la obra. Por tanto, el valor del presupuesto de construcción queda en (C\$ 76,246,579.1) córdobas y si se suma el costo de los activos diferidos, la inversión total ya corregida es de (C\$ 83,685,269.79) córdobas.

⁶ (SNIP, 2008)

4.5. Flujo neto de efectivo sin financiamiento

El flujo de caja del proyecto considera la inversión, el costo de operación y los beneficios que el proyecto genera.

Tabla 37 Flujo neto de efectivo sin financiamiento

Año	Beneficios	Costo de operación y mantenimiento	Inversión	FNE
2019			C\$83,685,269.80	-C\$83,685,269.80
2020	C\$514,128,267.18	C\$665,335.71		C\$513,462,931.47
2021	C\$492,559,142.50	C\$665,335.71		C\$491,893,806.79
2022	C\$507,483,952.10	C\$4,911,633.95		C\$502,572,318.15
2023	C\$522,860,992.80	C\$665,335.71		C\$522,195,657.09
2024	C\$538,703,967.53	C\$665,335.71		C\$538,038,631.82
2025	C\$555,026,994.43	C\$4,911,633.95		C\$550,115,360.48
2026	C\$571,844,619.42	C\$665,335.71		C\$571,179,283.71
2027	C\$589,171,829.20	C\$665,335.71		C\$588,506,493.49
2028	C\$607,024,064.56	C\$4,911,633.95		C\$602,112,430.61
2029	C\$625,417,234.16	C\$2,420,272.99		C\$622,996,961.17
2030	C\$644,367,728.72	C\$665,335.71		C\$643,702,393.01
2031	C\$663,892,435.59	C\$4,911,633.95		C\$658,980,801.64
2032	C\$684,008,753.85	C\$665,335.71		C\$683,343,418.14
2033	C\$704,734,609.76	C\$665,335.71		C\$704,069,274.05
2034	C\$726,088,472.78	C\$4,911,633.95		C\$721,176,838.83
2035	C\$748,089,371.99	C\$665,335.71		C\$747,424,036.28
2036	C\$770,756,913.11	C\$665,335.71		C\$770,091,577.40
2037	C\$794,111,295.88	C\$4,911,633.95		C\$789,199,661.93
2038	C\$818,173,332.14	C\$665,335.71		C\$817,507,996.43
2039	C\$842,964,464.33	C\$2,420,272.99		C\$840,544,191.34

Fuente: Elaboración propia

4.6. Evaluación económica del proyecto

La evaluación de proyectos se realiza con el fin de poder decidir si es conveniente o no realizar un proyecto de inversión. Para este efecto, debemos no solamente identificar, cuantificar y valorar sus costos y beneficios, sino tener elementos de juicio para poder comparar varios proyectos coherentemente. La evaluación del proyecto se hace en base al criterio del análisis beneficio/costo. El análisis beneficio/costo es una comparación

sistemática entre todos los costos inherentes a determinado curso de acción y el valor de los bienes, servicios o actividades emergentes de tal acción.

El propósito esencial de esta comparación es someter a escrutinio los méritos de un curso de acción propuesto, por lo general un determinado acto de inversión, planteando la posible opción de escoger otros cursos de acción alternativos. Poder realizar estas comparaciones exige que el proyectista reduzca todas las alternativas a un mismo patrón común que sea cuantificable objetivamente.

4.6.1. Valor actual neto económico (VANE)

Una inversión es rentable solo si el valor actual del flujo de beneficios es mayor que el flujo actualizado de los costos, cuando ambos son actualizados usando una tasa de descuento pertinente.

Los beneficios económicos, tal como se ha señalado anteriormente, incluyen los beneficios directos, los indirectos, las externalidades positivas; en el mismo sentido, los costos incluyen los directos, los indirectos, las externalidades negativas.

El VANE se define como el valor actualizado de los beneficios menos el valor actualizado de los costos, descontados a la tasa de descuento convenida. Para obtener el valor actual neto se utiliza la siguiente fórmula:

$$VANE = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + r)^t}$$

Ecuación 13 Valor Actual Neto (VANE)

Dónde:

Bt. = beneficio del año t del proyecto.

Ct. = costo del año t del proyecto.

t = año correspondiente a la vida del proyecto, que varía entre 0 y n.

0 = año inicial del proyecto, en el cual comienza la inversión.

r = tasa social de descuento (8%)

4.6.1.1. Criterios de Decisión

Que el flujo descontado de los beneficios supere el flujo descontado de los costos. Como el centro de atención es el resultado de beneficios menos costos, el análisis se efectúa en torno a cero.

Tabla 38 Criterios de decisión del VANE

Resultado	decisión
Positivo (VAN>0)	Se acepta
Nulo (VAN=0)	Indiferente
Negativo (VAN<0)	Se rechaza

Fuente: Elaboración propia

Utilizando una tasa social de descuento del 8 %, la cual es recomendada por el Sistema Nacional de Inversiones Públicas (SNIP) para evaluar proyectos sociales, se tiene el siguiente valor del Valor Actual Neto Económico (VANE).

Tabla 39 Valor actual neto económico

DATO	Valor
VANE	C\$5,799,738,561.94

Fuente: Elaboración propia

Se observa que el $VANE > 0$, por tanto, cumple con el criterio.

4.6.2. Tasa interna de retorno económica (TIRE)

Una inversión es rentable solo si la Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE) es mayor que la Tasa Social de Descuento (TSD).

La TIRE define como el valor de la tasa de descuento que hace que el VANE sea igual a cero, esta viene definida por la siguiente fórmula:

$$VANE = -I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{F_n}{(1 + TIRE)^n} = 0$$

Ecuación 14 Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE)

Dónde:

F_n = Flujo de caja en el periodo n .

TIRE = Tasa Interna de Retorno Económica

n = periodo.

I_0 = inversión inicial

4.6.2.1. Criterio de decisión

Tabla 40 Criterios de decisión de la TIRE

Resultado	decisión
TIRE>TSD	Se acepta
TIRE=TSD	Indiferente
TIRE<TSD	Se rechaza

Fuente: Elaboración propia

Tomando en cuenta los criterios de decisión, se obtuvo lo siguiente:

Tabla 41 Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE)

Dato	Valor
TIRE	610%

Fuente: Elaboración propia

Comparando con una tasa social de descuento del 8 %, la cual es recomendada por el Sistema Nacional de Inversiones Públicas (SNIP) para evaluar proyectos sociales, la $TIRE > TSD$, por lo tanto, cumple con el criterio.

4.6.3. Relación beneficio/costo (R B/C)

La relación beneficio / costo es un indicador que mide el grado de desarrollo y bienestar que un proyecto puede generar a una comunidad.

Esta viene dada por la siguiente formula:

$$R \frac{B}{C} = \frac{\text{Beneficios del proyecto}}{\text{Inversion o Costos del proyecto}}$$

Ecuación 15 Relación Beneficios/Costo

4.6.3.1. Criterios de decisión

Tabla 42 Criterio de decisión de la R B/C

Resultado	Decisión
R B/C>1	Se acepta
R B/C=1	Indiferente
R B/C<1	Se rechaza

Fuente: Elaboración propia

A partir de la formula anterior se obtuvo el valor siguiente:

Tabla 43 Relación beneficio costo económico

Criterio	Valor
R B/C	70.3

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, esto indica que los beneficios superan los costos, por consiguiente, cumple con el criterio.

CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

De acuerdo al estudio de mercado social, se identificó la necesidad del proyecto por parte de la población de las comunidades de San Antonio, Guastomate, El Tambo, El Ojochal y Santa Juana, obteniendo un total de 874 habitantes. Además, que los usuarios del proyecto son los vehículos de carga y pasajeros que tienen un origen y un destino, y se obtuvo un TPDA de 527 vehículos para el año 2019, en ambos sentidos de la vía y un TPDA de 957 vehículos promedio para 20 años.

Una vez concluido el estudio de mercado social, se hizo el estudio técnico para poder identificar tanto las características geométricas del tramo en estudio y de la zona. Además, a través de los estudios se identificaron las problemáticas que presenta la carretera y así mismo se plantearon las soluciones en los diseños propuestos.

La evaluación socio económica, nos ayudó a analizar la rentabilidad del proyecto y el impacto que generará una vez que se construya, dicho esto se obtuvo lo siguiente:

La muestra a través de Valor Actual Neto Económico (C\$ 5,799,738,561.94) córdobas que el proyecto es rentable económicamente. Comparando con una tasa social de descuento del 8 %, la $TIRE > TSD$, por lo tanto, cumple con el criterio. Ya que del cálculo de relación beneficio/costo se obtuvo un C\$ 19,64 córdobas por cada C\$ 1 córdoba de inversión y de acuerdo a los criterios de decisión ($R B/C > 1$) afirmando que el proyecto se acepta.

En general, se puede concluir que, al formular y evaluar la construcción de 5 kilómetros (kms) de carretera, tramo Empalme El Gigante- El Murciélago del municipio de Tola departamento de Rivas a nivel de prefactibilidad, se determinó la necesidad de realizar dicho proyecto, así mismo estudiando el impacto que generará, a fin de mejorar las condiciones de vida de los pobladores,

5.2. Recomendaciones

A continuación, se realizan las recomendaciones tomando en cuenta aspectos que se deben de tomar en consideración.

- Obtener el índice de accidentabilidad para identificar las zonas de más alto riesgo que exponen directamente la integridad física de las personas que transita en la zona.
- Se deberá mantener un buen sistema de drenaje longitudinal en la vía y no permitir estancamientos de agua.
- Conservar una cuadrilla de mantenimiento preventivo que se encargue de restaurar las deficiencias que se puedan presentar en la construcción y preserven la geometría transversal de la vía.
- Se deben realizar estrategias donde incluyan a los pobladores al cuidado de la obra y de las señalizaciones en la vía si se ejecuta dicho proyecto.
- Se debería considerar la posibilidad de evaluar estudios de prefactibilidad tomando en cuenta otros tipos de carpetas de rodamiento, de modo que, muestre un panorama más amplio respecto a la rentabilidad y optimización de recursos, tiempo y dinero.
- El gobierno local debe ejecutar este proyecto con el objeto de mejorar el bienestar de la comunidad.

BIBLIOGRAFIA

- Baca Urbina, G. (2010). *Evaluación de Proyectos*.
- Baca Urbina, G. (2010). *Evaluación de Proyectos*.
- Cal, & Mayor. (2007).
- Dumrauf. (2006). *Cáculo Financiero*. Obtenido de Dumrauf.
- Foot, F. S., & Kelly, J. (1976).
- Guajardo, & Andrade. (2012).
- HCM. (2010).
- Hudiel, N. (2017).
- Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de carreteras. (2011).
- Martínez. (2009).
- Monografía Centeno y Tremínio. (2017).
- Monografía Padilla y Aguilar. (2013).
- Posas, R. (2005). *Formulación y Evaluación de Proyectos*.
- Red vial de Nicaragua. (2017).
- Sapag Chain. (2008).
- Selva, M. (2016). *Formulación y Evaluación de Proyectos*.
- SNIP. (2008).
- SNIP. (2008). *Metodología General para la preparación y evaluación en proyectos de inversión pública*. Managua.

ANEXOS

ANEXO 1: Formato de conteo volumétrico vehicular

DISEÑO DE CARRETERA EMPALME EL MURCIELAGO - EL GIGANTE 5.00 KM																			
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN DE 5 KILÓMETROS DE CARRETERA, TRAMO EMPALME EL GIGANTE – EL MURCIÉLAGO EN EL MUNICIPIO DE TOLA, DEPARTAMENTO DE RIVAS.																			
ESTUDIO DE CONTEOS VOLUMETRICOS																			
FECHA:			SENTIDO:		ENCUESTADOR:				HOJA # N°				SUPERVISOR:						
HORA	Motos	Autos	Jeep / SUV	Cmta.	Mc	MnBus	Bus	Liv.	C2	C3	Tx-Sx	Tx-	Cx-	Cx-Rx	V.A / V.C.	Remolques y/o trailers	Caballos	Bicicleta	TOTAL
AM																			
6:00 - 7:00																			
7:01 - 8:00																			
8:01 - 9:00																			
9:01 - 10:00																			
10:01 - 11:00																			
11:01 - 12:00																			
PM																			
12:01 - 1:00																			
1:01 - 2:00																			
2:01 - 3:00																			
3:01 - 4:00																			
4:01 - 5:00																			
5:01 - 6:00																			
TOTAL																			

Anexo 2: Formato de estudio origen y destino

[illegible]

Anexo 3: Encuesta de la zona

A continuación se le presentará una serie de preguntas cuya temática estará relacionada con el estado físico del tramo y las afectaciones por el mal estado, que impactan directamente sobre las comunidades de San Antonio, Guastomate, El Tambo, El Ojochal y Santa Juana en el municipio de Tola.

Le solicitamos que marque con una “x” la alternativa que expresa su opinión.

1. Sexo: M ____ F ____

2. Edad: ____

3. ¿Tiene alguna dificultad para trasladarse a su destino cuando circula este tramo de vía?

a) Si _____ b) No _____

4. ¿Mencione que problemas trae consigo las condiciones el tramo de carretera en malas condiciones?

a-Demora en llegar a su destino _____ d-Inundación en invierno _____

b-Negativa en llegar a la zona _____ c-Proliferación del polvo en verano _____

5. ¿Cuál es estado físico del tramo de carretera?

a- Buenas Condiciones_____

b- Condiciones Regulares_____

c- Malas condiciones_____

6. ¿El mal estado del camino provoca enfermedades?

a- Si_____ b- No_____

7. ¿Qué beneficios traería a su familia el mejoramiento de la carretera?

a) Menos enfermedades_____

b) Mayores beneficios económicos_____

c) Menos daños a los medios de transporte_____

d) Todas las opciones anteriores_____

8. ¿Qué enfermedades provoca el mal estado de la vía?

a-Respiratorias _____ d-Dermatológicas_____

b-Diarrea_____ c-Todas las anteriores_____

Anexo 4: Fotografías del sitio



Anexo 5: Fotografías del sitio

